math. a. 94.

Nachricht
von der
Vorrichtung
bey
Fernröhren,
zur
Bewirkung
ungemeiner Vergrösserungen.

Von
Franz Güßmann.

R

WIEN, 1788.
Bey Joseph Stahel.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

---

1) Die Nachrichten von der erstaunlichen Vergrösserungskraft der Herschelschen Teleskope, deren Möglichkeit bis itzt allgemein bezweifelt war; und die durch selbe gemachten Entdeckungen mußten unsere Begierde ungemein rege machen. Da aber alles die Frucht der Genauigkeit in Bearbeitung der Spiegel zu seyn schien, deren nur ein Herschel fähig ist; und da diese Teleskope so kostbar, und selbst in England seltsam genug sind; so mußte der Verdruß, unsere Begierde nicht stillen zu können, desto grösser seyn, je mehr sie rege gemacht war. Wenigstens der größte Theil mußte alle Hofnung aufgeben, die himmlischen Körper so, wie es Herschel angab, vergrössert zu sehen, und sich von den neuen Entdeckun-

gen zu überzeugen. Diese Verzweiflung ist dann auch, wie es immer gewöhnlich ist, in eine Bezweiflung der Wahrheit schon wirklich bey manchen ausgeartet. Mit desto grösserem Vergnügen künde ich durch gegenwärtige Schrift eine eben so einfache, als wenig kostspielige Vorrichtung an, welche zugleich den wankenden Glauben der einen befestigen, die muthlose Begierde der anderen befriedigen, und uns für den Mangel der Herschelschen Teleskope wenigstens größtentheils, und in dem Wesentlichen entschädigen kann. Eine Vorrichtung, die bey dioptrischen, und katoptrischen Seheröhren gleichmässig dienet, wobey auch irdische, wohl beleuchtete Gegenstände, eine mehr als tausendfältige Vergrösserung bey nicht zu grosser Entfernung ertragen; himmlische aber (nach Maaße der Brennweite des Spiegels, oder des achromatischen Objektivglases) eine mehr als dreytausendfältige; also, daß sie bey selber ohne alle Anstrengung des Auges deutlich genug können

Nachricht von der neuen Vorrichtung und ihrer Wirkung

nen

nen beobachtet werden. Ich muß es eingestehen, daß diese Vorrichtung bey den ersten Versuchen meine eigene Erwartung in Rücksicht auf irdische Gegenstände übertraf.

Ich konnte an einem über 1200 Klafter entfernten Thurme von sehr mittelmässiger Grösse alle Züge, und Punkte der Uhrzifferplatte, und jede Minute deutlich erkennen, da die Oefnung des Objektivglases nicht grösser, als 2½ Zoll; die Vergrösserung aber 1000: und noch, da sie 1470 gewesen. Der Mond an den Gränzen seiner Beleuchtung, wo Licht und Schatten mehr abgeschnitten sind, war eine überraschende, und beynahe fürchterliche Erscheinung bey einer 2000fältigen Vergrösserung. Die Brennweite des angewandten Objektivglases war 84 Zoll. Da ich eben dieselbe Vorrichtung bey einem Objektive anbrachte, dessen Brennweite nicht mehr, als 17 Zoll: und dessen Oefnung bey 1½ Zoll betrug, erschienen

die Gegenstände in einer minderen Entfernung deutlich, bestimmt, und wohl begränzt bey einer 800 fältigen Vergrösserung. Ich will es mehr einer geduldlosen Neugierde, als einem zu grossen Vertrauen auf eigene Einsichten zugemuthet haben, daß einige bey der ersten Ankündigung der mächtigen Vergrösserungskraft, und Wirkung dieser Vorrichtung, welche noch kleiner angegeben ward, als ich sie hier angebe, dasjenige bezweifelt haben, von welchem sie sich nach einigen Wochen durch ihre Augen schon überzeugen konnten.

Erklärung eben derselben.

2) Ich kann diese Vorrichtung mit zwey Worten beschreiben: mit zwey Worten das ganze Geheimniß verrathen: **Ein zusammen gesetztes Mikroskop wird an die Stelle des Augenglases gesetzet.** Es sey A B C D fig. I. das Hauptrohr mit dem achromatischen Objektive O, in welchem ein anders F G H I leicht verschoben werden kann, um grössere Bewegungen zu verrichten, und welches bey s mit

einer

einer Schraubenmutter versehen ist; in diesem zweyten Rohre ist das zusammengesetzte Mikroskop b f u w z mit der Schraube r q, um die kleinsteu Verrückungen zu bewirken. In b ist die Mikroskoplinse von sehr kurzer Brennweite; das Augenglas in y. Das erste Bild des Gegenstandes, welches durch die Linse O erzeuget wird in δ λ, ist zu groß, als daß es von der Linse b gefaßt werden könnte. Es wird dann nur ein Theil desselben α β γ von b aufgenommen, welcher hernach in m n vergrössert erscheint, und unter dem Winkel m y n gesehen wird. Es ist jedem Anfänger bekannt, daß die Vergrösserung im Mikroskope von dem Verhältnisse des Winkels bey y zum Winkel bey b, oder dem Verhältnisse des b e zu e y abhänge. Es ist ferner einleuchtend, daß der Winkel bey b, oder m b n, welcher dem Winkel a b q gleich ist, nach Maaße des abwachsenden Abstandes b wachse, und in Rücksicht des Winkels γ O α unter welchem eben dieser Theil des Gegenstandes unmittelbar,

und ohne Fernrohr gesehen würde, desto grösser sey, je kleiner β b in Vergleichung mit O β ist. So daß die Vergrösserung, oder die Zahl, welche andeutet, wie vielmal grösser der Gegenstand in diesem Fernrohre erscheine, als er unmittelbar erscheint, durch $\frac{O\beta}{b\beta} \cdot \frac{be}{e\gamma}$ ausgedrückt wird. Wir werden am Ende, um hier den Leser nicht aufzuhalten, die verschiedenen Arten der Berechnungen andeuten, und mit Beyspielen nach den Maaßen des Mikroskopes erklären, welches ich zu den ersten Versuchen angewandt habe. Man wird aber bey einer kurzen Uebersicht schon hier sich überzeugen, daß es eben nicht unmöglich sey, eine tausendfältige Vergrösserung zu bewirken.

3) Weil in dem zusammgesetzten Mikroskope gemeiniglich zwischen der Linse *b* und dessen Bilde *de* fig. II eine sogenannte Sammlungs-Linse *fcg* gesetzt wird, um das Sehefeld in etwas zu erweitern,

so

so wird in diesem Falle die Vergrösserung auf folgende Art bestimmt. Wenn nämlich die ganze Länge des Mikroskopes, und die Brennweite der Linse *y* eben dieselben bleiben, es möge eine Sammlungs-Linse *fg* eingeschaltet werden oder nicht; so bleibt die Vergrösserung, welche eigentlich von dem Mikroskope entspringt, eben dieselbe, was man auch immer für eine Linse *b* anbringe; weil das letzte Bild, welches durch das Augenglas *y* gesehen wird, immer auf eben den Ort in *hi*, auf eben die Entfernung *ly* vom Augenglase *y* fallen muß, und folglich auch das Verhältniß des *bl* zu *ly*, ja *bl*, und *ly* selbst unverändert bleiben, deren Verhältniß den zweyten Theil der Vergrösserung bestimmt.

Da aber ohne Sammlungslinse das Bild, welches von *b* erzeuget wird, unmittelbar in *hi* fallen müßte, so muß es, wenn *fg* entzwischen kömmt, nach *dke* gerichtet, und durch die Sammlungslinse

f g zugleich etwas enger zusamm, zugleich zurücke nach *h l i* gezogen werden. Wenn nun für das Bild *d k e* der Abstand *b q* des Gegenstandes erfordert wird, so ist es für das Bild *h i* eben soviel, als wenn gar kein Sammlungsglas, aber eine Linse *b* da wäre, welche die Entfernung *b s* eben desselben Gegenstandes erforderte, damit das Bild in dem Abstande *b l*, und von der Grösse *h l i* erzeuget würde. Diese Entfernung *b s* werden wir dann bestimmen, und aus deren Verhältnisse gegen die Brennweite O β der I. fig, wird der erste Theil der Vergrösserung bekannt, der in dem Falle, da keine Sammlungslinse angebracht war, oben durch $\frac{O\beta}{b\beta}$ ausgedrückt worden ist. Er wird mit einem Worte in diesem andern Falle $\frac{O\beta}{bs}$, und folglich die Vergrösserung von dieser Seite minder beträchtlich, als in dem ersten Falle seyn. Wir werden sehen, daß diese Art, den ersten Theil der Vergrösse-

rung

rung zu berechnen einerseits nicht beschwerlicher, als jede gewöhnliche: andererseits weit bequemer sey, weil man nach der Berechnung für eine einzige Linse *b* die Vergrösserung für jede andere durch ein einziges Verhältniß nahe genug bestimmet; der andere Theil der Vergrösserung aber vollkommen unverändert für alle Fälle bey eben demselben Mikroskope bleibt. Wenn nun in diesem Mikroskope bey *h i* fig. II. oder *m n* fig. I. ein gewöhnliches Haar- oder Glasmikrometer angebracht ist, so hat man ein optisches Werkzeug, durch welches man bis auf $\frac{1}{20}$ einer Sekunde, ja kleinere Theile zu messen, und anzugeben im Stande ist; wie wir am Ende dieses beweisen werden. Da ich zum erstenmale den Jupiter mit dieser Vorrichtung beobachtete, und mich nicht sogleich erinnerte, daß alles hier gerade, und in der natürlichen Lage erscheine, glaubte ich, daß ich bey dieser Vergrösserung den ersten Trabanten nicht mehr sähe, den ich vorher durch ein gemeines Augenglas bey 130 fältiger Vergrösse-

grösserung nahe am Rande des Jupiters zur Rechten gesehen hatte, und daß nur der vierte, der weit vom Rande und gegenüber erschienen war, noch zu erkennen wäre. Unterdessen war dieß der erste selbst, und alle übrigen konnte das Feld des Teleskopes nicht fassen.

Uebrigens bleibt die ganze Art der Berechnung eben dieselbe, man möge das Mikroskop an einem achromatischen Fernrohre, oder an einem gregorianschen, oder nevtonianschen Spiegelteleskope anbringen, weil es immer an die Stelle des gewöhnlichen Augenglases gesetzt; immer durch selbes das Bild, welches der Spiegel, oder das Objektivglas erzeuget, angesehen wird. Die Gegenstände erscheinen gerade, und aufrecht; welches bey den irdischen keine geringe Beyhilfe ist; indem dieselben durch so erstaunliche Vergrösserungen ohne dieß einem ungeübten Auge sowohl wegen der wachsenden Maaßen, als wegen des abnehmenden Lichtes un-

kenntlich

kenntlich werden; bis sich dasselbe fassen kann, und mit den erscheinenden Ungeheuern bekannter gemacht wird.

Nutzen der Vergrösserungen sowohl bey der Sternkunde.

4) Astronome werden die Vortheile dieser so gemeinnützigen Vorrichtung einsehen; und die den wesentlichen Einfluß der Astronomie kennen, werden eben Theil daran nehmen. Es ist keine Erfindung; es ist keine Kunst; es ist mehr nicht, als eine Anwendung bekannter Gründe, und gemeiner Geräthschaften, die jedem anderen eben so, wie mir, aufstossen konnte. Aber der Nutzen dieser Anwendung ist beträchtlich, und zeichnet sich besonders bey der Sternkunde aus. Wenns nur um die Klarheit zu thun ist, so fehlt diese den wenigsten Himmelskörpern; und die Sonne hat deren nur zu viel, als daß man auf Mittel bedacht seyn sollte, dieselbe zu verstärken. Aber es ist um die Deutlichkeit, um die Auseinandersetzung, und Sichtbarkeit der einzelnen kleineren Theile zu thun, wenn sie auch dunkler erschei-

scheinen sollten. Und dieses wird nicht anders, als durch Vergrösserung erhalten. Ohne diese Vergrösserung hätte Herschel nie die zusammengesetzten Fixsterne erkañt; ohne diese hätte er den Uranus nicht beym ersten Anblicke von Fixsternen unterschieden, noch weniger seine Bewegung in zwey Tagen zuversichtlich behaupten können. La Lande gesteht es ein, daß er bey einer 120fältigen Vergrösserung denselben noch als einen Stern der siebenden Grösse angesehn. Folglich war diese Vergrösserung noch viel zu gering, als daß sich der Unterschied an den angewachsenen scheinbaren Durchmessern, und an dem abgewachsenen Lichte genug auszeichnen, und dem Auge auffallend werden konnte; welches letzte, das ist, die merklich verminderte Klarheit, selbst zum Kennzeichen eines Planeten werden muß.

Wenn wir den Vulkan im Monde nicht bey gewaltigen Vergrösserungen finden, so ist er uns auf immer verloschen,

und selbst seine Brandstätte ist nicht mehr zu entdecken.

5) Aber laßt uns ernsthaftere, und wesentlichere Vortheile betrachten, die wir uns von diesen Vergrösserungen, und nur von ihnen versprechen können. Da man sonst bey den bisher bekannten, vollkommensten Geräthschaften in Abmessung der Winkel sich immer dem Fehler wenigstens einer Sekunde, wohl auch einem grössern unterworfen zu seyn bekennen muß, so kann man durch Hilfe dieser mächtigen Vergrösserungen auch Theile einer Sekunde in den scheinbaren Durchmessern, und in den Entfernungsbögen bestimmen. Hieraus entsprang schon in Herscheln die Hofnung, wenn ja die Fixsterne eine jährliche Parallaxe hätten, dieselbe zu entdecken; wenigstens zu entdecken, daß sie keine dergleichen hätten, die auch nur den Theil einer Sekunde betrüge, welcher bestimmt werden könnte.

6) Mich däucht aber, daß wir uns bereits auf einer Bahne befinden, die uns zu noch beträchtlichern Vortheilen hinführet; und daß die herrlichen Aussichten, die sich schon gegenwärtig zeigen, uns alle Hofnung geben. Die einzige Ursache, warum man zur Bestimmung der geographischen Längen vorzüglich den Mond erwählen, und so beschwerlichen Rechnungen sich unterziehen muß, sind dessen Bewegungen, und Veränderungen in einer eben nicht beträchtlichen Zeit, in welcher die Bewegungen der Sonne, und der Hauptplaneten sich meistens nur auf wenige Sekunden belaufen, bey welchen ein dem Scheine nach kleiner, ein unvermeidlicher Fehler, in Bestimmung der Länge einen ungeheuern erzeuget. Ein unvermeidlicher, sage ich, weil bey schwachen Vergrösserungen jenes als ein einziger sichtbarer Punkt erscheint, was an sich ein ungeheuerer Raum ist; dessen Theile dann nur durch mächtige Vergrösserung auseinander gesezt, bestimmt, gezählt werden

kön-

können. Wenn nun durch Hilfe des Mikrometers bey unserer Vorrichtung der zehende, der zwanzigste Theil einer Sekunde gemessen wird, so kann, zum Beyspiele, von der stündlichen Bewegung der Sonne, die zwey- und eine halbe Minute, oder 150 Sekunden beträgt, der 1500ste, der 3000ste Theil bestimmet werden. Die Bewegung des Mondes ist freylich dreyzehnmal schneller, als jene der Sonne; da man aber bey den gemeinen Fernröhren wiederum auf einen mehr, dann zehnmal, grösseren Theil in der Bestimmung des Winkels unsicher ist, da diese Ungewißheit noch durch die Fehler der Tafeln wächst, so dürfte es wohl dereinst geschehen, daß man auf Mittel bedacht sey, eben das Ziel durch Hilfe der vergrössernden Fernröhre mit Beobachtung der Sonne, der Venus u. s. w. zu erreichen, und die weitschweifigen Mondesrechnungen gänzlich abzudanken.

7) Bey den Trabanten des Jupiters dürften nicht nur die Bedeckungen, und Austritte zur Bestimmung der geographischen Längen dienen, bey deren Beobachtung so viel von dem Auge der Astronome abhängt, und sich so auffallende Unterschiede äussern; sondern jeder nach Belieben gewählte Abstand des ersten Trabanten vom Rande des Jupiters würde eben diese Dienste leisten, wenn die Astronome sich über selben vorhinein einverstünden, und nach selbem die Fäden, oder die Glasschnitte ihres Mikrometers schon vorläufig stellten, und zur Zeit der Beobachtung mit solchen diese Himmelskörper begleiteten.

8) Ich habe mehr, als einen, Kometen aus dreyen Beobachtungen, die in einem Zeitraume von drey bis vier Tägen angestellt waren, nach einer geraden Linie berechnet, und, wenn sie nicht dazumal der Sonne, oder der Erde zu nahe waren, die Elemente der Bahne wahrhaftig weit weniger von jenen unterschieden er-

hal-

halten, die hernach aus entfernten Beobachtungen herauskamen, als es der gröste Geometer la Grange verhoffen läßt. Wenn nun für weit kürzere Zeiträume durch Hilfe mächtiger Vergrösserungen genaueste Beobachtungen der kleinsten Bewegungen dieser Himmelskörper angestellt werden, so muß nicht nur die Rechnung nach Boscowichs, oder nach Eulers Methode der Wahrheit viel näher kommen, sondern es ist alle Hofnung da, den Parameter der Bahne, und die Zeit des Umlaufes bey einer einzigen Erscheinung in ganz enge Gränzen einzuschliessen, ohne genöthiget zu seyn, seine Wiederkunft zu erwarten.

9) Was soll ich von den Parallaxen sagen, welche eben bis zu einer erstaunungswürdigen Genauigkeit mittels dieser Vorrichtung bestimmet werden können, und dann die wahren Abstände der Himmelskörper weit näher, als durch welch immer eine Methode, durch welch immer eine kostspielige Beobachtung angeben?

10) Sind wohl aber diese Vergrösserungen bey irdischen Gegenständen entweder von minderer Anwendung, oder von geringerer Wichtigkeit? Wie oft gäbe man gerne um Grösse die Klarheit hin, wenn es etwas mehr, als Unterhaltung, gilt? Wie oft kömmt der Geometer in Verlegenheit durch die spizigsten Winkel, deren geringster Fehler für die Bestimmung der Abstände äusserst erheblich wird? Wie oft wäre es ungemein vortheilhaft, aus der bekannten Entfernung eine Länge, oder noch sicherer eine Höhe: aus der bekannten Höhe einer Linie, einer Mauer, eines Mannes die Entfernung zu erkennen? Aber der Winkel ist für die gemeine geometrische Geräthschaft zu klein, als daß er mit der nothwendigen Genauigkeit könnte angegeben werden. Wie oft verwünscht man da, wo es Ernst ist, die klaren, sonst angenehmen, Mignatur-Vorstellungen in Fernröhren, und wünschet das, was man in einer Gruppe sieht, zu zergliedern; und einzeln, Stück für Stück, Mann für Mann

Als in der Feldmessung

un-

unterscheiden, und zählen zu können. Dieß kann nicht anders, als mit Hilfe gewaltiger Vergrösserungen geschehen, welche aber freylich wiederum nicht anders, als auf Kosten des Sehefeldes zugleich, und der Klarheit erhalten werden.

11) Allein dieses ists, was alle dergleichen vergrösserende Seheröhre bey manchen (laßt uns sagen: bey den meisten) herabwürdiget, weil sie dieselben nur als Ergötzungswerkzeuge ansehen, und behandeln. Man muß Herscheln Glück wünschen, daß seine Teleskope weniger, als sein Name, und seine Entdeckungen verbreitet sind, weil sie auf diese Art nur unter den Augen, und in den Händen der Kenner sich befinden. Denn, man hoft, da man von jenen 6 bis 9 tausendfältigen Vergrösserungen, und seinen ungeheuern Teleskopen ließt, oder hört; man hoft, sage ich, die ganze Sonne, oder den ganzen Mond zugleich im Teleskope, sechstausendmal grösser, als mit freyem Auge, und etwa noch da-

Irthümer der unerfahrnen in Bezug auf vergrösserende Fernröhre.

zu unter einem Winkel von 3000 Graden mit einem Blicke zu übersehen; besonders weil man noch wähnt, daß sich nach dem Maaße der Spiegel Oefnung auch das Sehefeld erweitere. Man hoft den Uranus im blendenden Lichte, so klar, als die Venus; so groß als ein Wagenrad mit Musse und Bequemlichkeit zu beobachten. Dieß heißt nun eben so viel, als: man will auf einer klafterlangen Tafel tausend Figuren in kolossalischer Grösse abgemalt haben, und mit einem male überschauen; man will, daß die Lichtstrallen so dicht vom Spiegel weggehen, daß sie im Augenblicke anzünden, aber zugleich daß eben diese Strallen einen ungeheuern Raum erklären; man will physische Widersprüche. Wenn nun diese Hofnungen getäuscht wären; wenn man sähe, daß auch in den grösten herschelschen Teleskopen der Stern ganz blaß erscheine, daß er in 3 bis 4 Sekunden aus selben entfliehe, und das ganze Feld räume; wenn man, um ihm nachzueilen, immer mit beyden Händen ver-

schrau-

schrauben müßte, so läge Herschels Ruhm vor solchen Augen danieder; sie würden in seiner Kunst, in seinen Entdeckungen nichts grosses, nichts herrliches finden, weil sie nichts bequemes, nichts ergötzendes fänden. Wirklich war jemand hier in Wien, der durch Herschels Teleskop gesehen hatte, und unverholen den Ausspruch machte: es ist nichts daran. Dieß ist eben die Ursache, die mich bewog, mit dieser mikroskopischen Vorrichtung eine Weile inne zu halten, und die Versuche nur in Gegenwart weniger Kenner, und erfahrner Beobachter, der H. H. Abbe Hell, k. k. Astronoms, und Pilgram, welche ihre eigenen achromatischen Fernröhre zu den Versuchen hergaben; des H. Abbe Triesnegger astronom. Adjunkts, und des geschickten Optikers, H. Homberger anzustellen, deren Erwartung, so wie die meinige, durch den Erfolg übertroffen ward; übertroffen sowohl in Rücksicht der deutlichen Begränzung, als auch der noch erhaltenen Klarheit bey so erstaunlichen Ver-

grösserungen, und bey so kleinen Oefnungen der dioptrischen Fernröhre.

12) Bey katoptrischen wird unsere Vorrichtung immer noch mehr vermögen, weil sie ohne Vergleich weitere Oefnungen gestatten, und häufigers Licht hereinlassen; welches doch für himmlische Gegenstände bey den dioptrischen Fernröhren gemeiniglich hinreichend ist. Wir werden zwar in der Folge die äussersten Gränzen bestimmen, bis zu welchen die Gegenstände, der blossen Theorie nach, vergrössert werden dürfen, bis sie ganz unsichtbar werden; aber in der Anwendung, und Ausübung sind diese Gränzen viel näher hereinzurücken, sowohl wegen des Lichtverlustes, welcher bey so verschiedenen, unterwege aufstossenden Körpern, durch welche dasselbe dringen, oder von denen es zurückprallen muß, unvermeidlich, und beträchtlich ist, als auch wegen der Begränzung unsers Gefühles. Denn obschon es durch genaue Versuche so weit bestimmt ist, daß

die

die Gegenstände dem Auge gänzlich verschwinden, wenn das Licht von ihnen billionenmal dünner, als das Sonnenlicht kömmt, so müssen sie doch weit eher aufhören, durch ihr weniges Licht unsere Nezhaut noch bis zum Gefühle zu reizen, wenn das Auge nicht durch unzählige Stuffen, und allmählig bis zu diesen schwachen Eindrücken herab gestimmt: wenn es nicht mit dem möglichsten Nachdrucke angestrengt: wenn nicht alles Nebenlicht ausgeschlossen: wenn nicht die Einbildungskraft selbst durch den vorhergehenden, und anhaltenden Anblick eben desselben Bildes mit diesem näher bekannt, und auf dessen immer absterbende Züge aufmerksam gemacht wird.

Nothwendige Erinnerungen für Ungeübte, die sich vergrössender Fernröhre bedienen wollen.

13) Ja diese Leitung der Einbildungskraft ist einem ungeübten Auge sogar bey hellen, und übrigens wohl bekannten Gegenständen nothwendig, wenn diese anderseits mächtig vergrössert erscheinen. Denn wer kennt zum erstenmale den Fuß

einer Flüge im gemeinen: wer kennt die Laus im Sonnenmikroskope? wer verkennt nicht die Sonne selbst im astronomischen Fernrohre? Da nun unsere Vorrichtung in Gesellschaft des Spiegels, oder der Objektivlinse von grösserer Brennweite, ein wahres Mikroskop für entfernte, und grössere Gegenstände wird, so müssen solche in diesem, so wie die kleinen im gemeinen Mikroskope, einem unbereiteten Auge unkennbar werden, wenn sie auch hell genug sind. Man wird, zum Beyspiele, wenn man von der kais. Sternwarte die Stundenziffer an der St. Stephans Uhr ansieht, die sich übrigens durch ihre Schwärze auf weissem Grunde herrlich auszeichnen, man wird, sage ich, Mühe haben, sich selbst zu überzeugen, daß man diese riesenmässigen schwarzen Balken, deren kaum zwey im ganzen Felde des Seherohrs Platz haben, kenne; obschon man sie kenne. Es ist dann nothwendig, daß ich für diejenigen hier einige Erinnerungen beyrücke, welche da weniger geübt sind,

aber

aber dennoch so einer Vorrichtung sich bedienen wollen, weil sie derselben sich leicht bedienen können, wegen minderer Seltsamkeit, und wegen eines viel geringeren Preises in Vergleichung mit Herschels Telesskopen.

Wenn man sich diese Erinnerungen nicht zu Nutze macht, so dürfte es leicht geschehen, daß man mit dieser Art der Fernröhre sich schon ehe verfeinde, als man sie durch den Umgang zu kennen Gelegenheit gehabt hat.

Nachdem man sich vorläufig überzeuget hat, daß ein Goldklumpen seine Dicke nicht beybehalten kann, wenn er über eine grosse Fläche ausgebreitet werden soll; und das eben so das Licht an Dichtigkeit abnehmen muß, wenn es über eine vergrösserte Fläche vertheilet wird; daß folglich bey verstärkter Vergrösserung die Klarheit nicht eben dieselbe verbleiben kann, so muß man

14) Erstlich das Auge stuffenweise sowohl an die sich vermindernde Klarheit, als an die wachsende Grösse der Gegenstände gewöhnen, und zu diesem Ende eine Linse *b* von etwa 1 oder ¾ Zoll Brennweite im Anfange anwenden. Man muß derowegen

15) Zweytens die Vorrichtung also anbringen, daß sie ohne Beschwerde, und ohne viele Umstände abgenommen, und die Linse *b* verändert werden möge. Man muß

16) Drittens von irdischen Gegenständen nur jene ansehen, die von der Sonne wohl beleuchtet, und folglich der Sonne gegenüber sind: westliche des Morgens, und des Abends die östlichen. Denn wir können freylich bei dem gemeinen Gebrauche des Mikroskops die kleinen Gegenstände mittels der durch irgend einen Spiegel, oder Glaslinse hingeleiteten, und noch verdichteten Stralen der Sonne, oder des Lampenlichtes mehr beleuchten, als sie es un-

unmittelbar sind, aber Himmel und Erde können wir nicht beleuchten. Die weiten Oefnungen der Spiegel, oder der Objektivgläser ersetzen in etwas dieses Unvermögen; da aber unter den Objektivgläsern nur die achromatischen grössere Oefnungen erlauben, so soll man sich nie eines andern gebrauchen. Und weil die Spiegel eine noch grössere zulassen, so ist es für noch ungeübte Augen viel zuträglicher, daß unsere Vorrichtung bey gregorianschen Teleskopen angebracht werde. Man muß

17) Viertens das Fernrohr an einem Gestelle befestigen, welches für sich unbeweglich, und nicht den geringsten Schwankungen unterworfen ist; auf welchem man aber durch kleinste, und sachteste Schraubenbewegung das Rohr in jede beliebige Lage stellen, und den aus dem kleinen Felde hinauseilenden himmlischen Gegenstand gleichmässig verfolgen kann; damit er wenigstens, weil wir ihn nicht anhalten können

nen, sich unserem Auge nicht entziehe. Man muß

18) Fünftens für himmlische Gegenstände ein sogenanntes Suchrohr diesem vergrösserenden Fernrohre beysetzen, dessen Feld viel grösser ist, und den Gegenstand leicht auffinden läßt; so daß, wenn die Achsen beyder Röhre parallel sind, und der Gegenstand in Mitte des Suchrohres gestellt ist, man versichert seyn könne, daß man ihn auch in dem vergrösserenden Rohre antreffen werde. Es würde ohne dieses Suchrohr eine unbeschreibliche, und für ungeübte oft eine vergebliche Mühe seyn, himmlische Gegenstände, die Sonne selbst zu erhaschen.

Vom Maaße der Vergrösserung.

19) Da es nothwendig war, diese Erinnerungen für minder geübte einzurücken, so dürfte es wohl andererseits eben nicht überflüssig seyn, einige Begriefe selbst von Vergrösserung, und Klarheit zu entwickeln, genauer zu bestimmen, festzusetzen.

Ich

Ich hoffe, daß mancher nach Durchlesung dieser Schrift sichs selbst in den Busen sagen werde, daß es nicht überflüssig war. Laßt uns erstens einige Beobachtungen über das eigentliche Maaß, das eigentliche Bestimmungszeichen der optischen Vergrösserung hersezen. Mikroskope, sowohl die einfachen, als die zusammengesezten dienten bisher nur um sehr nahe, und kleine Gegenstände zugleich deutlich, und klar zu sehen. Die Deutlichkeit liegt in genauer Auseinandersezung der verhältnißmässig kleinsten Theile, und der verschiedenen Kennzeichen; welches für kleinste Körperchen gerade zu nicht erhalten werden kann, wenn man sie von jener Ferne her ansehen soll, die unserem Auge aufgesezt ist, um die Gegenstände bestimmt, kennbar, und ohne Verwirrung zu sehn. Denn da würde der Sehewinkel für kleinste Theile kleiner Ganzen, und für ihre Kennzeichen ebenmässig viel zu klein; und müßte das ganze gleichsam verflößt, und zusammgeschmolzen erscheinen. Durch eben diese Entfer-

nung

nung des Gegenstandes vom Auge wird auch das Licht geschwächt, weil es eben so abnimmt, und dünner wird, wie das Quadrat der Entfernung wächst. Und dann leidet zugleich auch die Klarheit. Sollte der Gegenstand näher zum Auge rücken, so daß der Winkel sammt der Menge des kommenden Lichtes wüchse, würde das Bild (das auf der Nezhaut erzeugt werden muß, um kennbar, und deutlich zu sehn) weit hinter die Nezhaut fallen, und alles äusserst verworren, dunkel, unkenntlich erscheinen, oder vielmehr gar nicht gesehen werden. Weil nun aber bey Anwendung einer mikroskopischen Linse der Gegenstand dem Auge viel näher gebracht, und hiedurch der Sehewinkel beträchtlich vergrössert werden darf, ohne daß hiebey die Deutlichkeit verlöre, und so, daß die Klarheit noch gewinne; so pflegt man überhaupt auch schon einfache dergleichen Linsen Vergrösserungsgläser zu nennen, obschon sie selbst zur Vergrösserung nicht das geringste beytragen. Denn sie erwei-

tern

tern den optischen Winkel nicht; wir selbst sind es, die wir ihn durch Annäherung des Gegenstandes erweitern; wir sind es eigentlich, die wir vergrössern. Wenn aber nun diese Vergrösserung bestimmt, berechnet werden soll, so fällt die Rechnung sehr verschieden aus, weil die Gründe schwankend, oder willkührlich sind. Denn man vergleicht den Winkel, unter welchem izt der Gegenstand durch die Linse gesehen wird, mit jenem Winkel, unter welchem wir ihn von der Ferne her sehen würden, von welcher wir sonst alles deutlich sehn; welche Ferne aber für eben dasselbe Aug eben nicht bestimmt, eben nicht eine einzige ist; noch mehr verschieden aber für verschiedene Augen ausfällt.

20) Wenn aber das Mikroskop an einem Seherohre angebracht, und ein entfernter entweder himmlischer, oder irdischer Gegenstand durch selbes beobachtet wird, den man dem Auge nicht näher zubringen kann, um den unmittelbaren op-

tischen Winkel zu vergrössern, dann ist die Berechnung durchaus bestimmt, und die Vergrösserung für jedes Auge sowohl eine ächte, als eine gleiche, und eben dieselbe. (Der geringe Unterschied, der aus der kleinen Verrückung des Augenglases *y* wegen der Ungleichheit der Augen entspringt, kömmt hier nicht in Erwägung, und ist auch in der That nicht eben beträchtlich). Denn hier wird der unmittelbare Winkel des Gegenstandes $\alpha O \gamma$ fig. I. welcher wegen der unveränderlichen Entfernung des Gegenstandes an sich selbst nicht verändert werden kann, bey der Linse *b* zu $\alpha b \gamma$ vergrössert, und dieser wiederum zu *nym* bey dem Augenglase erweitert, unter welchem dann der Gegenstand dem Auge erscheint.

21) Wenn aber auch in diesem Falle die Bestimmung der Vergrössernng nicht von einer Schäzung abhängt, sondern von ausgemachten Grössen, so ist doch die Frage noch zu berichtigen übrig, ob der an-

wach-

wachsende optische Winkel, das ist: die Anzahl der Grade: oder ob die Tangente dieses Winkels das eigentliche Maaß der Vergrösserung sey; ob man in Angebung derselben darauf sehen müsse, wie oft der unmittelbare Winkel des Gegenstandes in dem beym Auge vergrösserten Winkel, unter welchem das Bild erscheint: oder wie oft die Tangente des ersten in der Tangente des andern enthalten sey? Wenn die Optiker die Berechnung dieser Vergrösserung bey astronomischen Fernröhren angeben, pflegen sie zwar selbe nach dem Verhältnisse der Brennweiten des Objektivs, und des Augenglases zu bestimmen; aber immer hierbey zu erinnern, daß dieses eigentlich nur das umgekehrte Verhältniß der Tangenten; nicht aber selbst der Winkel sey, welcher Unterschied dennoch bey kleinen Winkeln sehr wenig betrage. Hieraus erhellt, daß sie uns sagen wollen: man müßte zwar in Bestimmung des Vergrösserungs-Vermögens eigentlich die Winkel zum Maaße nehmen, doch wür-

de man sich bey Vergleichung der Tangenten, die sich bey kleinen Winkeln beynahe wie die Winkel verhielten, nicht zu weit von der Wahrheit entfernen. Allein ich finde, daß bey diesen Voraussezungen keine bestimmten Begriefe herrschen. Denn wenn die Vergrösserung auch nur hundertzwanzigfältig ist, so muß das Verhältniß der Winkel vom Verhältnisse der Tangenten schon beträchtlich verschieden seyn. Bey unserer Vorrichtung mit einer Brennweite von 84 Zollen des Objektivglases wird der Winkel des Halbmessers der Sonne von 16 Minuten, an der Linse *b* schon wenigstens ein Winkel von 40 Graden. Aber laßt uns sezen, es werde ein Winkel nur hundertzwanzigmal grösser, so ist doch *nicht* auch bey gleicher Vergrösserung für alle Fälle ein gleiches Verhältniß der Tangenten. Denn es werde z. B. einmal ein Winkel von einer Minute: ein andersmal ein Winkel von 16 Minuten hundertzwanzigmal grösser, so entsteht im ersten Falle das Verhältniß der Tangenten 1 : 120;

im

im andern Falle 1: 134, welcher Unterschied keine Kleinigkeit ist. So ists dann desto nothwendiger, das eigentliche Maaß der Vergrösserung festzusetzen, sowohl um sich selbst, als auch um anderen etwas bestimmtes angeben zu können, oder das angegebene zu verstehen. Die Vergrösserungen, welche die Engländer von ihren Seheröhren ansezen, werden von einigen als übertrieben, und immer zu groß angesehn, und beurtheilt. Mit welchem Rechte sie das Urtheil fällen, mögen sie aus dem folgenden erkennen.

22) Man darf erstlich aus der Vergrösserung eines Theils des Gegenstandes keineswegs auf die Vergrösserung des Ganzen schliessen; denn diese Folgerung führt zum Irrtume; sie führt zu sehr verschiedenen Resultaten. Je nachdem man einen grösseren, oder kleineren Theil gewählet hat, wird die Berechnung anders ausfallen. Es soll zum Beyspiele *b c* fig. IV. ein sechzehnder Theil des Sonnenhalb-

messers, und *bac* der Winkel von einer Minute seyn; *bc* wird bey *f* unter dem Winkel *cfb* erscheinen, den wir gleich 3 Graden annehmen wollen. Da nun dieser Winkel 180 Minuten enthält, so würde man sagen, daß die Vergrösserung des Teleskopes 180 fältig sey. Laßt uns nun sezen, daß man den Theil *cd* des Sonnenbildes, welcher noch einmal so groß, als *cb* sey, und den Winkel *dac* zur Vergleichung wähle; *dac* wird beynahe genau zwey Minuten betragen, aber *cfd* wird keineswegs 6 Graden gleich seyn. Noch ein grösserer Unterschied entstünde, wenn *cfb* schon grösser angenommen würde. Man kann ja aber nicht sagen, daß das Vergrösserungsvermögen eines Fernrohres verschieden sey, wenn dessen Theile eben dieselben verbleiben. Man kann nicht sagen, daß es von der willkührlichen Wahl eines grössern oder kleinern Theiles des Gegenstandes abhänge. Aber auch gewiß, wenn die Frage von Vergrösserung ist, so wird nicht nur in der Spra-

che

che der Optiker, sondern auch in der gemeinen Sprache die Grösse des ganzen Gegenstandes gesucht, wie er, mit einem male übersehen, erscheinen müßte, wenn es das Feld des Fernrohres zuliesse; und wie er schon wirklich in seinem ganzen Bilde vergrössert ist. Denn die Strallen sind von dem ganzen Durchmesser, vom ganzen Urbilde auf das Objektiv, oder den Spiegel aufgefallen; sie sammeln sich denn auch zu einem wirklichen Bilde des Ganzen; sie machen zusammen ein einziges Ganze; wenn sie auch nicht vom Ganzen zum Auge gelangen, zu welchem ihnen der Zugang durch den Bau des Fernrohres abgeschnitten ist. Aber so wenig eine Linie ihre Länge, und den optischen Winkel, unter welchem sie mir von einem Standpunkte aus erscheinen soll, verändert, wenn ich nur einen Theil derselben, wegen einer zu kleinen Oefnung, ansehen kann; eben so wenig hat der sichtbare Theil eines Gegenstandes auf die Grösse des ganzen eine Beziehung.

23) Es ist aber auch ferners bekannt, daß gleiche Theile eines Gegenstandes, wenn dieser mit einem Blicke übersehen wird, nicht unter gleichen Winkeln erscheinen, wie dieses fig. IV. an *cb*, und *bd* schon zu ersehen ist. Wollte man um die Grösse des Gegenstandes zu messen denselben also verrücken, daß immer ein Theil z. B. *bd* an die Stelle des anderen *bc* käme, nud folglich unter eben dem Winkel, als ehemal *bc* gesehen würde, damit man auf die Grösse des Ganzen den Schluß machen könnte, so würde man einerseits noch nichts bestimmtes erhalten, weil wir nach verschiedener Grösse der gewählten Theile ein anders Verhältniß bekämen, wie wir dieses oben (21) durch das Beyspiel von 1 und von 16 Minuten gezeigt haben; andererseits würden wir auf diese Weise uns von dem Maaße, nach welchem wir die Grössen bestimmen, nur desto mehr entfernen. Denn es ist gewiß, daß, wenn wir ein ächtes Urtheil von einer Grösse BD fig. III. durch Hilfe der Augen fällen,

oder

oder die eine mit der andern vergleichen wollen, daß diese nicht schief, sondern also vor unsere Augen hingestellt seyn müsse, daß der Hauptsehestrall AB senkrecht auf das eine Ende derselben falle, und daß wir die ganze mit einem Blicke übersehen.

24) Nachdem es nun gewiß ist, daß die Bestimmung einer Grösse nur in dieser Stellung des Gegenstandes, und nur durch die Uebersicht des Ganzen gemacht werden könne; daß die Begriefe vom Ganzen, die man durch die Theile erhält, schwankend, und verschieden sind; laßt uns das ächte Maaß der Vergrösserung aufsuchen. Mich däucht, es unterliege keinem Zweifel, daß wir alle Grössen nach der Tangente des Sehewinkels allein zu schätzen, und zu vergleichen pflegen; auch nur nach dieser vergleichen müssen. Schon für sich ist es einleuchtend, daß jede Grössen durch ein angemessenes, gleichartiges Maaß bestimmet werden: Zeit durch Zeittheile: Gewicht durch Gewichttheile: Win-

kel durch Grade, und Gradtheile: folglich auch körperliche Grössen, Durchmesser u. s. w. durch Linien. Aber diese Linien werden selbst die Tangenten der optischen Winkel. Laßt uns setzen, daß BC, und BD fig. III. zwo Grössen seyn, deren die eine die Hälfte der andern ist. Wir werden das Verhältniß dieser Grössen in jener Lage erkennen; wir werden es sehen, daß eine die Hälfte der anderen sey, weil die Tangente B C als die Hälfte der Tangente B D erscheint, obschon der eine Winkel B A C nicht die Hälfte von B A D ist. Wir messen dieses Verhältniß nach den Maaßen des entsprechendes Bildes, welches auf der Nezhaut des Auges erzeuget wird; aber diese Maaßen sind wiederum die Durchmesser des Bildes, sie sind die Tangenten der optischen Winkel, deren die eine gerade die Hälfte der andern ist. Nach der Länge dieser Maaßen, und der im Auge gemachten Eindrücke schliessen wir; nicht nach den Winkeln, und Grade Bogen, die da gewiß keine Eindrü-

drücke machen, weil sie nicht einmal sind. So wenig sind wir gewöhnt, nach den Winkeln selbst zu urtheilen, daß wir auch, wenn wir in dem Mittelpunkte eines Cirkels sind, gleiche Theile desselben, welche gewiß gleiche Winkel, gleiche, und dem Urbilde ähnliche Bogen im Auge machen, dennoch nicht als gleiche schätzen.

25) Und könnte wohl, wenn die Vergrösserung eines Fernrohres nach den Winkeln, nicht nach den Tangenten bestimmt werden müßte, könnte wohl in manchen Fällen eine auch nur tausendfältige Vergrösserung eigentlich Plaz finden? Laßt uns zum Beyspiele den Sonnenhalbmesser wählen, und gleich 15 Minuten annehmen. Nie würde dieser Halbmesser über 360mal vergrössert werden können, weil der Winkel BAG fig. III, unter welchem er erscheinen könnte, niemal mehr als 90 Grade, oder 360 Viertel Grade betrüge (denn er muß doch immer als eine gerade Linie, nicht als ein Bogen im Bil-

de

de gezeichnet seyn; immer gerade aufsteigen, nicht sich herüber krümmen) Unterdessen wäre das Bild, bey so bis auf 90 Grade angewachsenem, und 360mal vergrösserten optischen Winkel BAG unendlich groß, und folglich auch die Vergrösserung schon wirklich unendlich, weil AG mit BG erst in unendlicher Entfernung zusammenträfe. Wenn wir aber die Vergrösserung nach dem Verhältnisse der Tangenten schätzen, so zeigt sich in diesem Falle die unendliche Vergrösserung aus der Tangente alsogleich, als welche bey einem Winkel von 90 Graden in der That unendlich ist. Mit einem Worte: der Winkel wäre 360mal, die Tangente aber unendlichmal grösser.

26) So sind dann nur die Tangenten der optischen Winkel das untrügliche Kennzeichen der Vergrösserung; nur die Tangenten sind der ihrem Wesen nach angemessene, der ächte, und selbst von der Natur bestimmte; nur diese sind der feste, und unveränderliche Maaßstab; nur die-

diese geben für alle Augen gleich sichere, gleiche Resultate an. Es möge die Vergrösserung eines Fernrohres durch ein scharfes, oder schwaches; durch ein geübtes, oder ungeübtes Aug bestimmet; sie möge durch einen Theil des Gegenstandes, oder durch den ganzen gesucht werden, so wird sich das Vergrösserungsvermögen immer eben dasselbe zeigen, weil es von dem Verhältnisse der Tangenten; und dieses von dem unveränderten Verhältnisse der Brennweiten, oder Bilderentfernungen abhängt.

Vom Maaße der Lichte und Klarheit der Gegenstände, oder Bilder.

27) Nun sey mir erlaubt, auch über Licht, und Klarheit der Gegenstände, die durch vergrössernde Fernröhre angesehen werden, einige Anmerkungen beyzurücken. Vor allem müssen wir, wenn von dem Lichte der Körper die Rede ist, ein zweyfaches Licht, eine zweyfache Helle unterscheiden. Wir pflegen Körper helleuchtend zu nennen, die, im ganzen genommen, vieles Licht, obschon von jedem

ih-

ihrer Theile etwa nur wenig zu uns senden; und wiederum auch jene, die zwar im ganzen nicht vieles, doch aber in Bezug auf den kleinen scheinbaren Raum, von welchem es ausgeht, eine beträchtliche Menge desselben, das heißt: die es dicht genug, zu uns senden. Diese zwo Gattungen der Helle sind von einander weit unterschieden, und haben bey optischen Vergrösserungen nicht beyde einen Einfluß. Durch die Menge des Lichtes, welches von einer grossen scheinbaren Oberfläche kömmt, nicht durch dessen Dichtigkeit beleuchtet uns der volle Mond so hell, und reizet, und verlezet beynahe unsere Augen; da doch am ersten Tage nach dem Neumonde das Licht von ihm eben so dicht, als im Vollmonde kömmt, ja um ein geringes noch dichter. Die Venus ist nicht eben dazumal, da sie voll ist: weder da sie eben der Sonne am nächsten ist; sondern da sie im ganzen das häufigste Licht auf uns verbreitet, am meisten auffallend; und dringt sich auch am hellen Tage, ohne gesucht zu wer-

Diese bedeutet entweder die gesammte Lichtmenge, die von einem Gegenstande kömmt.

werden, unseren Augen auf. Andererseits ist das Licht der Fixsterne wohl eben so dicht, als jenes der Sonne; sie scheinen so hell, als die Sonne; aber die ganze Lichtmenge ist zu gering, als daß in unserm Auge ein mächtiger Eindruck geschähe. Es wird aber jeder Eindruck, wie an den übrigen Theilen des Körpers, also im Auge empfindlich, wenn er entweder auf einen auch nur kleinen Theil gewaltig: oder wenn er zwar nicht so gewaltig, doch auf sehr viele Theile: vom Lichte auf sehr viele physische Punkte der Nezhaut, geschieht; weil in beyden Fällen das Gefühl ungewöhnlich gereget seyn, und eine mächtige Ahndung entstehen muß. Da aber zur Klarheit eines Gegenstandes nur jenes Licht beyträgt, welches von jedem Punkte desselben zu unserm Auge geleitet wird, so ist es einleuchtend, daß die Menge des Lichtes der übrigen sichtbaren Punkte zu einem kläreren Bilde nichts beytrage, wenn sie auch unendlich wäre. Vergeblich hofft man derohalben den Mond viel heller im

Welche aber bey Vergrösserungen keinen Einfluß hat.

Fern=

Fernrohre, als z. B. die Venus zu sehn, weil er uns im ganzen heller, als die Venus beleuchtet.

28) Die Menge des gesammten Lichtes, welches von einem Körper zu uns entweder unmittelbar ausströmmt, oder zurückgeworfen wird, läßt sich nicht bestimmen. Ja wenn auch das ausströmmende könnte angegeben werden, würde es mit dem zurückgeworfenen nicht eben so angehen, weil immer ein Theil des auffallenden Lichtes, und zwar von verschiedenen Körpern in eben so verschiedenen Verhältnissen verschlungen wird; welches nicht nur auf unserer Erde, sondern auch am Monde und Jupiter die eben dem Sonnenlichte ausgesetzten, und dennoch viel dunkleren Theile in Mitte der hellleuchtenden beweisen. Wenn wir aber diese Ungleichheiten bey Seite setzen, oder verhältnißmässig bey allen Planeten annehmen, so läßt sich eine Vergleichung der gesammten Lichtesmenge anstellen, die von diesen Körpern

Und welche einiger Massen verglichen werden kann.

auf

auf unsere Augen, oder jede bestimmte Fläche kömmt. Diese Menge hängt ab von der gesammten Menge, die jeder Körper von der Sonne erhält, und von dessen Entfernung von unserer Erde. Die erste ist im geraden Verhältnisse der beleuchteten Oberfläche, und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung von der Sonne. Wiederum ist die ganze Menge im umgekehrten des Quadrates der Abstände von unserer Erde.

29) Wenn wir dann die gesammten Lichtmengen, die von zwey verschiedenen Himmelskörpern zu uns kommen, durch M, und m andeuten; die Oberflächen, die, wenn uns die halben Kugeln jener Himmelskörper sichtbar werden, wie die Quadrate der Durchmesser sind, durch D^2, d^2; die Entfernungen von der Sonne durch E, e: von der Erde durch A, a ausdrücken, so ist $M : m = \frac{D^2}{E^2 . A^2} : \frac{d^2}{e^2 . a^2}$

Zum Beyspiele betreffe alles, was durch

D . die

Beyspiel vom Uranus.

die grossen Buchstaben bezeichnet ist, den Mond; und was mit kleinen, den Uranus; so ist

D = $\frac{3}{11}$ vom Durchmesser der Erde.

d = 3, 3 eben solchen Durchmessern.

E = 1

e = 18, 87

A = 1

a = 395. 18,87 = 7353,65

Es folget hieraus, daß M : m = 150000000 : 1. Wenn nun die ganze Lichtmenge des Uranus 150 Millionenmal kleiner, als jene des Mondes ist, so kann uns dieser nicht hell im ersten Verstande, nicht auffallend seyn. Aber ist ers darum wohl auch nicht im zweyten? Die Beleuchtung, welche die Körper von der Sonne empfangen, das ist, die Lichtmenge, welche auf jeden bestimmten, und gleichen Theil der Oberfläche verschiedener Körper aus der Sonne kömmt, hängt nur von der Entfernung ab, aus welcher sie her beleuchtet werden, und ist im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats dieser Entfernung.

Wenn

Wenn dann B und b die Beleuchtungen des Mondes, und des Uranus andeutet, so ist $B : b = \frac{1}{E^2} : \frac{1}{e^2} = 356 : 1$; oder die Beleuchtung, die Helle im Uranus ist nur 356 mal schwächer, als sie im Monde, oder auf unserer Erde ist. Wenn dann nach Bouguers Versuchen die Beleuchtung der Erde von der Sonne sich zu deren Beleuchtung, die sie vom Vollmonde empfängt, wie 300000 zu 1 verhält, so ists im Uranus beym Tage noch über 840mal heller, als es bey uns zu Nachts im Vollmonde ist.

30) Von dieser Lichtmenge nun, welche die Körper auf jedem Theile ihrer Oberfläche empfangen, und wieder zurücke werfen; oder von jener, die sie aus ihrem eigenen Wesen von jedem Theile abgeben, entsteht die andere Art der Helle, und Lichte, mit der sie uns erscheinen, und die bey optischen Vergrösserungen allein in Erwägung kömmt. Wir verstehen

oder sie bedeutet die Lichtmenge eines jeden scheinbaren Punktes.

hierunter die Menge der Lichttheilchen, welche jeder sichtbare, und dem Scheine nach einzelne physische Punkt des Gegenstandes aussendet, welche in Gestalt eines Lichtkegels, dessen Grundfläche in dem Sterne des Auges ist, ankömmt, und durch die Brechung im Auge wiederum in einem physischen, dem Gefühle nach, einzelnen Punkte der Nezhaut zusammtrift, so daß wir durch ihren gemeinschaftlichen Eindruck von dem Daseyn eines leuchtenden Punktes: durch die Menge der zusammtreffenden Lichttheile von dessen Helle zu urtheilen in Stand gesetzt werden. Diese Helle des Gegenstandes, die auf der Lichtmenge der einzelnen Theile desselben beruht, ist nun so sehr von der Helle des Gesammten unterschieden, daß ein Körper heller, und klärer als andere nach dem ersten Verstande uns leuchten kann, wenn er auch selbst weniger, als jene anderen, beleuchtet ist. Sie sind so weit unterschieden, daß da die eine, die von der gesammten Lichtmenge abhängt, immer mit der

Ent-

Entfernung des leuchtenden Körpers von uns zugleich abwachsen muß, die Klarheit im andern Verstande noch immer eben dieselbe bleibt, wenn wir uns auch bis ins unermessene von dem Körper entfernen sollten. So daß uns der Mond nicht dunkler, der Uranus nicht heller erscheinen würde, wenn sie beyde an ihrer Stelle, und in eben der Entfernung von der Sonne verblieben, wir aber uns vom Monde so weit entfernten, als wirs nun vom Uranus sind; und dem Uranus so nahe kämen, als wir es nun dem Monde sind. Und dieses ist aus optischen Gründen ungezweifelt.

diese bleibt in jedem Abstande, in welchem sie beobachtet wird, eben dieselbe.

31) Denn es ist gewiß, daß jenes Licht, welches von einem einzigen scheinbaren Punkte des Gegenstandes kömmt, und sich in so einem Punkte auf der Nezhaut versammelt, bey weitem nicht von einem einzigen physischen Punkte komme, sondern von einer Oberfläche, die uns, von jenem Abstande her gesehn, als ein

einziger physischer Punkt erscheint. Laßt uns setzen, daß jenes, was einen Winkel im Auge macht, welcher nicht grösser als der zehende Theil einer Sekunde ist, uns ein solcher Punkt zu seyn scheine. (Man nimmt sonst überhaupt noch einen grösseren Winkel an, unter welchem die Gegenstände schon verschwinden sollen). Wenn nun der scheinbare Durchmesser der Sonne = 32′, oder = 1920″; der wahre Durchmesser aber = 186160 deutschen Meilen gesetzet wird, so werden an der Länge dieses Durchmessers 9,7 deutsche Meilen unter dem Winkel des zehenden Theiles einer Sekunde gesehn. Wenn also die Sonne eine Scheibe wäre, sähen wir gegen 74 Quadrat Meilen, nämlich eine Zirkelfläche, deren Durchmesser 9,7 Meilen betrüge, als einen einzigen, physischen, sichtbaren Punkt. Und weil die Sonne eine Kugel ist, so sehen wir (eines ins andere gerechnet) 148 Quadrat Meilen, oder 80000 Millionen Quadrat Fuß wie einen einzigen Punkt. Wenn wir nun anneh-

men wollten, daß in jedem kleinsten Zeittheile von jedem scheinbaren Punkte der Sonne 10000 Millionen Lichttheilchen zu unserem Auge gelangen, so käme dennoch von jeden acht Quadratfussen nur ein einziges. Wir könnten ja gewiß mittels dieses einzigen Lichttheilchens die acht Quadratfusse zusamm unter dem Winkel $\frac{1}{10}''$ nicht sehen, noch weniger jeden einzelnen als einen physischen Punkt beobachten, indem gewiß wenigstens 1000 Lichttheilchen erfordert werden, um unsere Nezhaut fühlbar zu reizen, um einen Gegenstand zu sehen. Und wenn die Vergrösserung des Fernrohres dann also anwüchse, das jenes, welches nur $\frac{1}{80000000000}$ des ganzen ist, so groß, als itzt das ganze, erscheinen müste, so würden wir diesen Gegenstand lange nicht mehr gewahr werden. Denn eben das Licht, welches nun von einem, dem Scheine nach, einzigen Punkte kömmt, würde alsdann von 80000000000 Punkten zu kommen scheinen müssen, es würde auf eben so vielen

physischen Punkten des Auges ausgetheilt seyn, und könnte dann in keinem einzigen einen fühlbaren Eindruck machen, obschon die gesammte Menge eben dieselbe wäre. Wir können dann hier, wie im Vorbeygehn, schon zum erstenmale beobachten, daß durch Vergrösserung der Gegenstände die Klarheit derselben geschwächet werde.

32) Nun laßt uns aber setzen, daß wir der Sonne näher kämen. Auch dann wüchse die Anzahl der scheinbaren Punkte, weil wir die ganze Sonne unter grösserem Winkel sähen. Das, was uns itzt wie ein einziger Punkt, unter dem zehenden Theile einer Sekunde erscheint, würde viel grösser erscheinen, und folglich als mehrere physische Punkte angesehn werden. Allein es hat sich zugleich mit unserer Annäherung, mit dem wachsenden Winkel, die Menge des kommenden Lichtes vermehret, und also vermehret, daß sie gerade in eben dem Maaße, in welchem die Anzahl der sichtbaren Punkte, angewachsen

ist; und also ist wiederum die Klarheit hergestellt, die durch die Vergrösserung allein gemindert, oder durch die Annäherung allein verstärkt worden wäre. Wir mögen es am leichtesten begreifen, wenn wir uns zween Lichtkegel vorstellen, deren gemeinschaftliche Scheitel b fig. V. in der Oefnung des Auges selbst; die Grundfläche des kleineren auf der Nezhaut in a, des grösseren an der Oberfläche des mehr oder weniger entfernten Gegenstandes in c d, oder in e f liegen. Wenn der Winkel e b f = $\frac{1}{10}''$ ist, so ist die Grundfläche a des kleineren ein einziger fühlbarer Punkt im Auge; und c d, oder e f, oder jede andere Fläche des verlängerten Kegels immer ein einziger scheinbarer Punkt an der Oberfläche des Gegenstandes, welche denn alle dem Auge immer eben dieselbe Menge des Lichtes liefern. Denn die scheinbaren Durchmesser sind umgekehrt, wie die Abstände; die Anzahl der scheinbaren Punkte aber an einer Linie gerade wie die scheinbaren Durchmesser; wieder-

um ist die Menge der wahren Punkte, die in einem sichtbaren enthalten sind, desto grösser, je kleiner die Anzahl der sichtbaren an eben demselben Gegenstande wegen der Entfernung ist, und folglich umgekehrt wie diese. So ist dann die Menge der wahren Punkte, die an einer Linie gesehen werden, im geraden Verhältnisse der Abstände; und die Anzahl derjenigen, die als eine Zirkelfläche c d oder e f, deren Durchmesser einen Winkel gleich dem zehenden Theil einer Sekunde im Auge macht, das ist, die als ein einziger Punkt erscheinen, ist wie das Quadrat dieses Abstandes b c oder b e. Da nun die Menge des Lichtes, welches von einem Gegenstande kömmt, und aus welcher wir die Helle desselben beurtheilen, 1) von der Dichtigkeit desselben, mit der es nämlich vom Körper hinweggeht, das heißt, von der Klarheit an der Oberfläche des Körpers, 2) von der Fläche, die uns ein einziger Punkt zu seyn scheint, 3) von der Dichtigkeit des Lichtes, wie es zu uns von die-

dieser Ferne kömmt, nothwendig abhängt, so wird sie im zusammgesetzten Verhältnisse der eigenen Klarheit K, der wie ein Punkt scheinenden Fläche F, und der Dichtigkeit D seyn, das ist $H = K F D$. Wenn nun der Abstand des Körpers von uns A genannt wird, so muß, weil die Dichtigkeit D umgekehrt wie das Quadrat dieses Abstandes; die Fläche F aber gerade wie dieses Quadrat sich verhält, $H = \frac{K A^2}{A^2}$, das ist $H = K$, und folglich die Helle, die scheinende Klarheit eines Gegenstandes eine beständige, eine unveränderte Grösse seyn, die von der eignen Beleuchtung und Abstrallung desselben allein abhängt, wie man immer diesen Körper nah oder entfernt ansehen mag. Und wenn wir uns der Sonne bis zu ihrer Oberfläche näherten, würde uns jeder einzelne sichtbare Punkt an selber eben nicht heller leuchten; nur daß dazumal ein einziger Quadratfuß schon so ein Punkt seyn, und die 10000 Millionen

Licht=

Lichttheilchen verschaffen könnte, da ihrer acht in gegenwärtiger Entfernung zusamm nur ein einziges gäben. Die Sonne würde, mit einem Worte, bey vermindertem Abstande heller im ersten Verstande, aber nicht im andern seyn; sie würde im ganzen, aber nicht von jedem sichtbaren, dem Scheine nach, einzigen Punkte mehr Licht in unsere Augen werfen; und sie würde keine stärkere Vergrösserung durch Fernröhre dort vertragen, als sie hier verträgt.

33) Da die Beleuchtung des Uranus von der Sonne, wie wir bereits oben (29.) gezeiget haben, zwar 356 mal schwächer, als die Beleuchtung der Erde von eben derselben; aber doch 840mal stärker, als die Beleuchtung der Erde vom Vollmonde ist, welche letzte uns noch Licht genug verschaffet, um die Gegenstände zu erkennen, so muß im Uranus alles noch 840 mal klärer, und leichter zu kennen, zu beobachten seyn. Da nun andererseits, wie wir eben bewiesen haben, in jedem

Beyspiel vom Uranus

an-

anderen Abstande, und folglich auch in jener Entfernung von uns, in welcher er sich wirklich befindet, noch eben die Klarheit verbleibt, so kann uns Uranus auch hier nicht dunkler scheinen. Und es ist gewiß, daß wir ihn auch mit freyem Auge sehen könnten, in so ferne es um das nöthige Licht und Klarheit zu thun ist; und daß er nur durch den zu kleinen scheinbaren Durchmesser sich uns leicht entziehe, durch die Menge des gesammten Lichtes, oder durch die erste Art der Helle unsere Augen nicht lebhaft treffen könne. Ich weiß dann keine Ursache anzugeben, warum man den Uranus für einen selbstleuchtenden Körper halten: warum man glauben müßte, daß er in jener Entfernung von der Sonne zu schwach beleuchtet werden: und in jener Entfernung von uns zu schwach leuchten sollte, als daß er mit diesem fremden Lichte uns noch sichtbar seyn könnte. Wohl beleuchtete irdische Gegenstände sind in Fernröhren bey bis 780 mal verminderter Klarheit wohl sichtbar, und kenntlich,

warum sollte es Uranus nicht seyn, dessen Klarheit nur 356mal kleiner, als jene der beleuchteten irdischen Gegenstände, und als jene des Mondes ist? Warum sollte ers nicht in einem Fernrohre seyn, dessen Oefnung mehr Licht sammelt, als die Vergrösserung wieder verbreitet, wie es in den gemeinen astronomischen Fernröhren geschieht?

Klarheit in Fernröhren ist veränderlich.

34) Aber laßt uns nun diese Klarheit der Gegenstände, welche durch Fernröhre, und Teleskope beobachtet werden, genauer bestimmen, und mit jener vergleichen, in welcher sie dem unbewafneten Auge, und unmittelbar erscheinen. Wenn wir den Lichtverlust, dessen wir oben erwähnt, und der bey Zurückstrallungen von Spiegeln, oder beym Durchgange durch Gläser erlitten wird, hindansetzen, so muß die Klarheit der Gegenstände, welche durch Fernröhre von welch immer einer Art beobachtet werden, aus zwoen Ursachen von jener unterschieden seyn, mit wel-

welcher sie sich dem blossen Auge vorstellen. Die eine derselben trägt zur Verstärkung, die andere zur Schwächung der Klarheit bey. Das sind: die Oefnung des Spiegels oder des Glases, welche dem Gegenstande unmittelbar zugekehrt sind, und die Stralen von ihm unmittelbar empfangen; hernach die durch das Fernrohr bewirkte Vergrösserung. Durch eine weite Oefnung wird eine in eben dem Maaße grössere Menge des Lichtes, als diese die Oefnung des Auges übertrift, von jedem sichtlichen Punkte des Gegenstandes aufgefangen, und in das Aug geleitet, zu welchem es sonst den Weg nicht getroffen hätte. Durch die Vergrösserung werden die Theile des Gegenstandes mehr auseinander gesetzt, und es entstehn dann mehr sichtliche Punkte. Aber da mit der anwachsenden Zahl dieser Punkte die Menge des Lichtes keineswegs grösser wird, sondern eben das Licht, durch welches vorher ein einziger Punkt erschien, nunmehr viele derselben sichtbar machen, unter viele vertheilt wer-

den

den muß, so kann es nicht anders geschehn, als das die Klarheit von dieser Seite abnehme, wie die Vergrösserung wächst. Da sonst, wenn wir uns einem Gegenstande nähern können, die Menge des Lichtes gleichmässig mit der Menge der sichtlichen Punkte sich anhäufet, und folglich die Klarheit in jenem Falle unverändert bleibt, wie wir es genug erkläret haben.

35) Weil nun die Lebhaftigkeit des erscheinenden Körpers nach der Menge desjenigen Lichtes gefühlt, und beurtheilet wird, welches auf jeden physischen Punkt des Auges seinen Eindruck macht, und von eben so vielen Punkten des Gegenstandes zu kommen scheint, so sieht man es ein, daß alles auf der Dichtigkeit dieses Lichtes beruhe. Diese Dichtigkeit ist desto grösser, je mehr Licht durch die weite Oefnung gesammelt wird, als sonst in das Aug gekommen wäre; und wiederum desto kleiner, je mehr es in dem Bilde der Nezhaut ausgebreitet, das heißt, je grösser

ser nunmehr das ganze Bild auf der Nezhaut ist, als es bey der blossen Ansicht des Gegenstandes durch das unbewafnete Aug gewesen wäre. Es verhält sich also die Klarheit des unmittelbar erscheinenden Gegenstandes zu dessen Klarheit im Sehe-rohre, gerade wie das Quadrat der Oefnung des Auges zu jenem der Oefnung des Spiegels, oder des Objektives; und umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser des Bildes auf der Nezhaut, oder wie die Quadrate der Tangenten der optischen Winkel. Wenn K, k die Klarheit des unmittelbar erscheinenden, und des vergrösserten Gegenstandes andeutet; O, o die entsprechenden Durchmesser der Oefnungen; T, t die Tangenten der Winkel, so ist $K : k = \frac{O^2}{T^2} : \frac{o^2}{t^2}$. Es sey zum Beyspiele die Oefnung des Objektives, oder o = 2, 5 Zoll; die Vergrösserung tausendfältig, und folglich T : t = 1 : 1000; O, oder die Oefnung des Auges, welche zwar sehr veränderlich ist; sey o,

Deren Berechnung.

o 7 Zoll, so ist K : k = 1 : 0, 001267, das heißt: die Klarheit des vergrösserten Gegenstandes ist über 780 mal schwächer als jene des unmittelbar beobachteten. Da ich bey dieser Schwächung irdische Gegenstände noch wohl erkennen konnte, so läßt sich auf himmlische leicht die Folge ziehn. Wenn wir dem Objektivglase keine grössere Oefnung, als jene des Auges, gäben, so würde K : k = 1 : 0, 000001, und die Klarheit millionenmal kleiner durch diese tausendfältige Vergrösserung werden, als sie unmittelbar ist.

Wie viel die Sonne, und Planeten vergrössert werden müssen, bis sie ganz verschwinden.

36) Obschon es hart lassen würde, wenn man genaue Gränzen bestimmen wollte, bis zu welchen die Gegenstände vergrössert werden dürfen, so daß sie bey deren Ueberschreitung alsogleich gänzlich verschwinden; so läßt sich doch auch hier etwas sagen, und etwas mehr, als beym ersten Anblicke scheinen möchte. Ich nehme Bouguers Beobachtung zum Grunde an. Er hat es durch Versuche bestimmet,

met, daß ein Körper undurchsichtig werde, wenn das Licht der Sonne, welches durch ihn gehen soll, beyläufig billionenmal vermindert wird. Wenn nun in diesem Falle der Körper undurchsichtig wird, so folgt, daß die Sonne selbst in dem Falle, wenn von jedem ihrer scheinbaren Punkte billionenmal weniger Licht, als unmittelbar, zu unserem Auge kömmt, unsichtbar werde. Es folgt, daß auch alle Körper unsichtbar, oder vollkommen dunkel werden, wenn sie eben so wenig Licht von jedem sichtbaren Punkte an unser Auge abgeben, als jenes der Sonne ist in besagtem Falle. Wenn wir nun wissen wollten, wie viel die Sonne im Fernrohre vergrössert werden müßte, um gänzlich unsichtbar zu werden, so würde es ohnschwär seyn, aus oben angeführtem Verhältnisse dieses zu bestimmen. Denn da in jenem Falle die Klarheit billionenmal schwächer seyn müßte, so stünde folgendes Verhältniß: 1000000000000 : 1

$= \frac{O^2}{1} : \frac{o^2}{x^2}$; wo 1 : x das Verhältniß der Tangenten der optischen Winkel, und folglich x gerade die Zahl der Vergrößserung ausdrückt, welches gefunden wird $x = \frac{1000000\, o.}{O}$ Wenn wir also die Oefnung des Objektivglases der Oefnung des Auges gleich machten, das ist o = O, so müßte die Vergrösserung millionenfältig, und nach den Maaßen unseres Fernrohres, welche wir unten angeben werden, der Durchmesser des Bildes *h i* fig. II. im Mikroskope 126 Millionen Meilen lang seyn. Noch stärker dürfte die Vergrösserung seyn, wenn die Oefnung des Spiegels, oder des Objektivglases erweitert würde. Eben dieses gilt für die Fixsterne, was die Vergrösserung, oder das Verhältniß der Tangenten betrift, wenn sie an Menge des ausströmmenden Lichtes der Sonne gleichen; wenigstens für jene, welche der Sonne gleichen; wie sie auch immer entfernter von

uns

uns: wie sie auch immer grösser als unsere Sonne, oder kleiner seyn mögen.

37) Aber für Gegenstände, und Himmelskörper, die von fremdem Lichte beleuchtet werden. sind engere Gränzen. Laßt sie uns aufsuchen. Abermal ist nach Bouguers Erfahrungen die Beleuchtung der Erde vom Vollmonde 300tausendmal schwächer, als die von der Sonne. Nun sind freylich nicht alle Theile im Monde von gleicher Fähigkeit, das auffallende Licht zurücke zu senden; doch wenn wir das ankommende Licht unter alle Mondes Punkte gleichmässig vertheilen, und eine mittlere Klarheit derselben annehmen, so muß, weil die scheinbaren Durchmesser dieser Körper beynahe gleich sind, auch von jedem sichtbaren Mondes Punkte 300tausendmal weniger Licht, als von einem, dem Scheine nach, gleich grossen Punkte der Sonne, zu uns kommen. (Gleichwie auch nach oben festgesetzten Regeln folget, daß von jeder wirklich an sich gleich

grosser Fläche am Monde und an der Sonne 300 tausendmal weniger Licht bey jenem als bey dieser hinwegstralle.) Wenn nun dieses sich also verhält, so folget auch ferner, daß, da das Licht des Mondes schon 300tausendmal schwächer, als das Sonnen Licht ist, selbes nur 3333333mal durch optische Vergrösserung verdünnt werden dürfe, um billionenmal dünner, als das unmittelbare Sonnenlicht zu werden, damit folglich der Mond unsern Augen verschwände. Wenn wir dann die angemessene Vergrösserung suchen, so ist

$$3333333 : 1 = \frac{O^2}{1} : \frac{o^2}{x^2}.$$ Wir finden x, das ist, die Vergrösserung, nur 1825, wenn die Oefnung des Objektives jener des Auges gleich wäre. Es darf dann nur nach Maaße jener Oefnung die Vergrösserung verstärket werden. Woraus die Fürtreflichkeit der achromatischen Gläser, und der Spiegel erhellet. Wenn $O : o = 0,07 : 2,5$, wie es in unserm Fernrohre angenommen worden, so müßte die Vergrösserung, die

uns

uns den Mond ganz entzöge, 36mal stärker, als 1825 seyn. Um die Sonne ohne gefärbtes Glas, und eben so klar, als den Mond zu sehen, brauchte es im Falle, daß D = d wäre, nur eine 550fältige Vergrösserung; aber wenn wiederum D : d = 0,07 : 2,5; eine 20tausendfältige

38) Weil nun Mond und Erde in gleichem Abstande von der Sonne ſind, so gilt alles dieses auch für die irdischen Gegenstände, wenn wir an diesen (an den festeren, und weisseren Erdtheilen) eben die Fähigkeit, das Licht zurücke zu werfen, als in dem Monde annehmen. Es gilt aber auch verhältnißmässig, um für jeden Planeten die möglichst verstärkte Vergrösserung zu finden, bey welcher er gänzlich verschwinden muß. Denn da wir die Menge des vom Monde, und den helleren irdischen Flächen zurückstrallenden Lichtes in Bezug auf das Sonnenlicht kennen, so ist es ohnschwär, diese Menge für jeden

Planeten anzugeben, weil wir auch anderseits das Verhältniß der Lichtmengen wissen, welche auf jeden derselben, und auf unsere Erde, oder den Mond von der Sonne unmittelbar auffallen; welches Verhältniß das umgekehrte der Quadrate des Sonnen Abstandes ist. Es kömmt die ganze Berechnung da hinaus, daß man erstlich aus der Sonnen Entfernung bestimme, wie viel das Licht eines jeden Planeten dichter, oder dünner, als jenes der Erde sey; dann hieraus erkenne, wie vielmal es verdünnet werden müsse, um billionenmal dünner, als das Sonnen Licht zu werden; und endlich für dieses Verhältniß der Dichtigkeit, oder Klarheit die Vergrösserung nach der angegebenen Regel berechne. Ich rücke hier die Resultate der Rechnung für die Hauptplaneten in folgender Tabelle bey.

---

39) Tabelle.

Verhältniß der Dichtigkeit des Lichtes an der Oberfläche der Planeten zur Dichtigkeit des Lichtes an der Oberfläche der Sonne.		Dieses Licht muß geschwächt werden, damit der Planet verschwinde.	Hierzu wird eine Vergrösserung erfordert, wenn		
			o = D	o = 2,5	o = 4,2
Uranus ♅	1 : 106800000	9363 mal	97	3490	5820
Saturn ♄	1 : 27075000	36200	190	6840	11400
Jupiter ♃	1 : 8112000	123000	350	12600	21000
Mars ♂	1 : 690000	1449000	1200	43200	72000
Erde ♁	1 : 300000	3333333	1825	65700	109500
Venus ♀	1 : 155520	6430000	2535	91260	152100
Merkur ☿	1 : 57521	17380000	4170	150000	250200

40) Diese Bestimmungen sind auf dem Grunde gebauet, daß alle Planeten ein gleiches Vermögen besitzen, das Licht zurückzuwerfen. Es würde aber nun ein leichtes seyn, nach diesen Berechnungen das eigentliche Vermögen bey jedem ganz nahe zu bestimmen, wenn man erstlich bey gleicher Höhe (weil unter verschiedenen Höhen das Licht auch eben desselben Plane- Gebrauch dieser Tabelle.

ten ungleich geschwächet wird) zweytens bey gleichem Zustande der Atmosphäre: dritens mit eben demselben Fernrohre, (damit die wirkende Ursache, welche bey Zurückstrallung, oder beym Durchgange durch Gläser die Strallenzahl vermindert, in allen Fällen eben dieselbe verbliebe) viertens bey ganz kleinen Oefnungen die Vergrösserung beobachtete, unter welcher jeder Planet verschwände, oder eine bestimmte Dunkle erlangte; und wenn man hernach diese Vergrösserungen mit den berechneten zusammenhielte. Eben diese Vergleichung läßt sich auch bey verschiedenen irdischen Gegenständen nicht ohne Nutzen anstellen. Man wird finden, daß vorzüglich die weissen, hernach die rothen, und die orangegelben die stärkste Vergrösserung ertragen. Und es entspricht dieses den physischen Grundsätzen, weil solche Körper auch wirklich die gröste Lichtmenge zurückwerfen. Man wird finden, daß Licht, und Schatten sich angenehm auszeichnen; daß glänzende Oberflächen zwar mehr Vergrös-

grösserung leiden, aber auch bey kleineren oft undeutlich erscheinen. Allein irdische Gegenstände, wenn sie schon eben so hell, als der Mond, beleuchtet sind, werden uns oft weit eher zu dunkel werden, weil ihr Licht durch eine zu grosse Strecke in dem dichtesten Theile der Atmosphäre, am Horizonte zum Auge herkommen muß.

Berechnung der Vergrösserung bey der mikroskopischen Vorrichtung ohne Sammlungslinse.

41) Nun laßt uns aber endlich zu den Berechnungen kommen, durch welche die eigentliche Vergrösserung in jedem Fernrohre bestimmet wird. Wir haben es gleich im Anfange als etwas aus den ersten Gründen bekanntes angenommen, daß die Vergrösserung fig. I, wenn keine Sammlungslinse im Mikroskope da ist, durch das zusammengesetzte Verhältniß $\frac{O\beta}{b\beta} \cdot \frac{be}{ey}$ ausgedrückt werde. Noch weniger wird dieses itzt einem Zweifel unterliegen, nachdem wir bewiesen haben, daß die Vergrösserungen durch die Tangenten der optischen Winkel bestimmet werden; und erst

ge-

gedachtes zusammgesetzte Verhältniß nun wirklich das umgekehrte der Bilderentfernungen, aber das gerade Verhältniß dieser Tangenten ist. So laßt uns dann nur die Sache durch ein Beyspiel erklären, in welchem die Maaßen eben dieselben sind, welche an dem Fernrohre und der Vorrichtung bey unseren ersten Versuchen bestimmet worden.

Beyspiel.

Sey die Brennweite des Objektivglases = 7 Fuß, oder O β = 84 Zoll

Die Entfernung des Bildes m n von der Linse b, oder be = 4, 21

Die Brennweite für parallel Strallen an der Linse b = 0, 28

Die Entfernung der Linse y vom Bilde m n, oder ey = 0, 8

So ist nach der bekannten Formel,

$\frac{df}{d-f} = \phi$, wo d die Entfernung des Gegenstandes von der Linse; f die Brennweite für parallel Strallen; ϕ die Entfer-

nung

nung des Bildes ausdrücket (welches wir alles aus den ersten Gründen voraussetzen)

so ist, sage ich $b\beta$ (das d der Formel) =

$$\frac{4,21 \cdot 0,28}{4,21 - 0,28} = 0,29995,$$ oder beynahe

$\beta b = 0,3$ und folglich die ganze Vergrösserung $\frac{84}{0,3} \cdot \frac{4,21}{0,8} = 1473,5$

42) Damit nun aber die Vergrösserung bey eingeschalteter Sammlungslinse gefunden werde, laßt uns setzen *ap* fig. II sey der Gegenstand, der in diesen Fernröhren immer das Bild, oder ein Theil des Bildes ist, welches von der Objektivlinse, oder dem Spiegel erzeuget wird; *b* sey die mikroskopische Linse; *fcg* das Sammlungsglas; *y* das Augenglas; *dke* stelle das Bild vor, welches durch die Linse *b* erzeugt werden soll, aber hernach von dem Glase *fcg* nach *hi* zurückgezogen wird.

Mit der Sammlungslinse.

Sey

Sey die Brennweite für parallel Strallen der Linse b $= w$

der Sammlungslinse $= a$

ferner sey $bc = d$

$cl = m$

$bq = t$

hieraus folgt $ck = \frac{am.}{a-m}$

Wenn nun $cl = m$ eine beständige Grösse ist, oder der Abstand der Sammlungslinse vom Augenglase unverändert bleibt, so muß auch ck unverändert seyn, was immer für eine Linse b gebraucht werden sollte. Aber von dieser Veränderung des b hängt die Veränderung des $bq = t$ ab. Weil nun $bk = \frac{t.w}{t-w} = \frac{am}{a-m} +$ d ist, so wird $t = w \frac{(a(d+m)-dm).}{am+(d-w)(a-m)}$

Und weil $ap : de = bq : bk = t : \frac{t.w}{t-w}$;

so wird dann $de = ap \frac{t.w}{t(t-w)} = \frac{ap.w}{t-w}$,

oder

oder auch $= ap \frac{(a(d+m)-dm)}{am+(d-w)(a-m)}$.

Da nun $de:hi=ck:cl$; so entsteht $ap:hi=at+aw:aw-wm$, oder auch $= at:ad-md+am$. Weil nun auch $ap:hi=bs:bl$, wenn ap nach s übersetzt würde; so finden wir bs; dessen Verhältniß zu Oβ fig. I. den ersten Theil der Vergrösserung bestimmt.

Beyspiel.

Sey — — — — $a = 2,48$

$w = 0,28$

$d = 3,11$

$m = 1,10$

So wird, wenn man diese Werthe in die oben gefundenen Ausdrücke setzt, $t=0,2963$. Hieraus $ap:hi=bs:bl =0,73482:7,0198$. Es ist aber $bl=d+m =4,21$; folglich wird $bs = 0,440697$. Wenn wir dann wiederum die Brennweite des Objektivglases $=84$ Zoll setzen, so ist $\frac{84}{0,440697}$ der erste Theil der Vergrösserung. Wird dieser mit dem anderen

Thei-

Theile $\frac{bl}{ly}$, in unserem Falle mit $\frac{4,21}{0,8}$ multiplicirt, so wird die ganze Vergrösserung gefunden $= 1003$, oder gerade $= 1000$.

Leichte Art verschiedene Vergrösserungen zu vergleichen. Mittels der Brennweiten.

43) Hat man für eine Linse b das Vergrösserungsvermögen berechnet, so ist es auch für jede andere bey eben demselben Mikroskope nahe genug bekannt, wenn alles übrige an diesem unverändert bleibt. Denn da der zweyte Theil der Vergrösserung nach dieser Berechnungsart immer ebenderselbe bleibt, wie wir bereits gezeiget haben, und ohne dieß einleuchtend ist; so wird, wenn wir diesen Theil C, die Brennweite des Objektivglases aber F nennen, das ganze Vergrösserungsvermögen durch $\frac{CF}{bs}$ ausgedrückt werden; und läge die einzige Beschwärde der Rechnung in Bestimmung des bs. Weil aber aus dem Verhältnisse $ap : hi = bs : bl = at : ad - md + am$ das $bs = \frac{at(d + m)}{ad - dm + am}$ her=

herauskömmt, in welchem Ausdrucke ausser dem t alle Grössen beständige sind, so folgt das *bs* wie t sich verhalte. Nun ist

$$t = w \frac{(ad + am - dm)}{am + (d - w)(a - m)},$$ und weil

w bey dem Mikroskope in Rücksicht des d immer sehr klein, folglich d — w von d kaum unterschieden ist, so wird t sehr nahe wie w, und dann auch *bs* eben sehr nahe wie w seyn, und die Vergrösserungskräfte bey verschiedenen Linsen *b* in eben demselben Mikroskope umgekehrt wie die Brennweiten dieser Linsen, gerade wie die Brennweiten der Spiegel, oder Objektive sich verhalten. So, wenn wir alle übrigen oben angenommenen Maaßen beybehielten, und nur in *b* eine Linse setzten, deren Brennweite w = 0,1 anstatt 0,28 wäre, so käme die Vergrösserung = 2800 heraus, welche aber nach der genauen Rechnung 2900 wäre, mit dem Unterschiede = $\frac{1}{29}$. Doch dieser Unterschied beträgt hier sehr wenig, weil die Brenn-

weiten der Linsen b ohne das nicht aufs genaueste können angegeben werden.

Mittels des Bildes.

44) Wenn man das Verhältniß des $ap:hi$ auf die eben angezeigte Art gefunden hat, so setze man z. B. den scheinbaren Durchmesser der Sonne $= 32'$; Ist nun die Brennweite des Objektives $= 84$ Zoll, so muß der Durchmesser des ersten Sonnenbildes $\delta\lambda$ fig. I. in dieser Brennweite 0,78193: und des Bildes der ganzen Sonne in hi in unserem gegenwärtigen Falle 7,4698 Zoll betragen. Sey ferner die Oefnung des Diaphragmas, wo eben das Bild hi hinfällt, $= 0,6$; so wird durch selbe nicht mehr, als $\frac{1}{12,4497}$ des ganzen Bildes, und folglich auch des ganzen Sonnendurchmessers mittels des Augenglases y gesehen werden; und wird, wenn der Abstand $ly = 0,8$ gesetzt wird, unter einem Winkel von mehr als $41°$ erscheinen. Da aber $\frac{32'}{12,4497}$ nicht mehr

als

als 2′, 34″ macht, so ist es einleuchtend, daß diese 2′, 34″ zu einem Winkel von 41° vergrösſert werden. Sucht man das Verhältniß der diesen Winkeln entsprechenden Tangenten, so wird mans 1 : 1003 finden. Wollte man aber nach dem vergrössserten Winkel, das ist, nach der vermehrten Zahl der Grade die Vergrösserung schätzen, so würde sie nur über 960 ausfallen, welches aber gewiß mangelhaft wäre.

45) Es wird aber auf diese Art nicht nur die Vergrösserung, sondern auch das Feld des Seherohres für jeden Fall bestimmt. Da in meiner ersten Vorrichtung die Oefnung des Diaphragmas 0,621 Z. maß, so war das Feld 2′,39″½, so daß ein Aequatorialstern nicht länger, als durch einen Zeitraum von 10″,36‴ sich in dem Seherohre bey jener Vergrösserung zeigte. Und da dieses durch die Beobachtung bestättiget ward, andererseits aber die Weite dieses Feldes von der Vergrösserung ab- Wodurch zugleich das Feld bestimmt wird.

abhängt, so ist es abermal bestättiget, daß die oben berechnete Vergrösserung ächt, und nicht übertrieben angegeben sey.

mittels einer Skale.

46) Ich bediene mich auch einer gläsernen Skale zum Maaßstabe sowohl für das Feld des Fernrohres, als auch für dessen Vergrösserungsvermögen. Auf dieser Skale ist ein gleicher Raum, welcher 0', 08472 Wiener Zoll beträgt, nach der Ordnung in 4, 6, 8, 10, 12, 20 getheilet, so daß $\frac{1}{12}$ = 0, 00706, und $\frac{1}{20}$ = 0, 004236 Wiener Zoll mißt. Wenn ich nun nach der Ordnung verschiedene Linsen *b* bey meinem Mikroskope anbringe, so werden von jeder Gattung dieser kleinsten Theile gerade so viele weniger gesehen werden können, als die Vergrösserung stärker ist; weil so viele weniger das Feld, und die Oefnung des Diaphragmas überspannen, als jede derselben mehr vergrössert erscheint. So daß die verschiedenen Vergrösserungen sich umgekehrt, wie die Anzahl der erschei-

nen-

nenden Theile: oder umgekehrt, wie die verschiedene Feldbreite verhalten.

47) Nach eben diesem Maaßstabe wird auch die Vergrösserung, welche ohne Sammlungslinse bewirket wird, mit jener verglichen, bey welcher die Sammlungslinse einwirket, wenn nur unterdessen die Linse *b* eben dieselbe verbleibt. Und auf diese Weise kann man auch jener, obschon nicht eben beschwerlichen Berechnung des *b s* gänzlich entrathen, wenns nicht um eine grosse Genauigkeit zu thun ist. Denn da die Berechnung im ersten Falle, wo keine Sammlungslinse gebraucht wird, vollkommen einfach ist, und nur von den auffallenden Maaßen der Bilder Entfernungen abhängt, die keiner Beschwerde, keiner Weitläufigkeit unterliegen, so hat man mehr nicht zu thun, als daß man für jenen Fall die Vergrösserung berechne, alsdann vor und nach eingelegter Sammlungslinse *f c g* fig. II, die Anzahl der im Mikroskope sichtbaren kleinsten Einthei-

lungen beobachte, so wird die Vergrösserung ohne Sammlungslinse zur Vergrösserung mit dieser sich umgekehrt, wie die Zahlen dieser erscheinenden Theile verhalten. Da bey dem Mikroskope, dessen Maaßen wir bisher angegeben, und nach welchem wir die Vergrösserung berechnet, vier verschiedene Linsen *b* gewechselt werden können, unter welchen jene, die wir bisher angewandt, das größte Feld giebt, und deren Felder sich beynahe wie 4, 3, 2, 1 verhalten, so folgt, daß die Vergrösserungen bey Objektiven, welche eben zu den ersten Versuchen dienten, nach folgender Tabelle geschehen.

48) Tabelle der Vergrösserungen, nach oben beschriebenen Maaßen des Mikroskopes.

Brennweite des Objektivglases.

		XVII. Zoll.				LXXXIV. Zoll.			
	Feld	4	3	2	1	4	3	2	1
Vergrösserung	Mit Kollektiv Gl.	200	270	400	800	1000	1330	2000	4000
	Ohne Kollektiv Gl.	300	400	600	1200	1473	1960	4940	5890

49) Wollte man nun die Länge der Brennweite des Objektives, und die Länge des Mikroskopes selbst vergrössern; wollte man auch andererseits die Brennweite, und die Entfernung des Augenglases verkürzen, so ist es wohl einleuchtend, daß es keine Kunst sey, die Vergrösserung auch bis auf die 9000 zu verstärken. Und es würde dem Auge eben nicht zu wehe geschehn, weil bey dieser Vorrichtung die Brennweite des Augenglases, folglich die Entfernung des Auges von selbem, und die Oefnung des sogenannten Einsehens beträchtlich groß verbleiben kann, welches dem Auge viele Gemächlichkeit verschaft. Die Begränzung der erscheinenden Gegenstände wird noch immer so deutlich verbleiben, als wenn das Licht unmittelbar von einem sehr nahen Gegenstande, nicht von einem durch Brechung erzeugten Bilde käme. Man hat sich nur um Licht zu bekümmern, und die Oefnungen, so viel es nur die Güte des Objektives erlaubet, nach Maaße der Vergrösserung zu erwei-

tern. Man wird aber überhaupt das wesentliche, was Herschel mit seinen Teleskopen bewirket hat, mittels dieser Vorrichtung sicher bewirken.

50) Laßt uns aber noch einmal zu unserer Skale kehren. Bey einer Brennweite des Objektives von 84 Zoll, für welche wir die Grösse des ersten Sonnenbildes wenn der Durmesser = 32′ gesetzt wird, 0,78193 gefunden haben, faßt $\frac{1}{20}$ unserer Skale, welches 0,004236 Z. beträgt, nicht mehr, als 10,4″. Da man nun durch eine Linse *b* leicht erhält, daß nur 7 oder 5 solche Eintheilungen der Skale, und derohalben 70″–50″ im Mikroskope zugleich sichtbar werden, wo man von jeder so vergrösserten Eintheilung den sechsten, den achten Theil mit blossem Auge leicht unterscheiden, und schätzen kann, so kann man auch mit blossem Auge, durch einige Uebung, die kleinen Durchmesser der Planeten, und Fixsterne beynahe messen.

Nahe Schäzung kleiner Durchmesser und Winkel.

51)

51) Doch warum sollte man bey einem so wichtigen Gegenstande sich einer blossen Schätzung bedienen, da bey dieser Vorrichtung auch Theile einer Sekunde mittels eines gemeinen Mikrometers bestimmt werden können, welches hier eben so leicht, als bey jedem Mikroskope da, wo das Bild vor dem Augenglase steht, in *hi* fig. II, oder mn fig. I. angebracht wird, und hier zur genauen Bestimmung der kleinsten Winkel: wie in dem Mikroskope allein zur Abmessung der kleinsten Gegenstände dienet. Der Werth der Schraubengänge wird nach den bekannten Methoden bestimmet. Laßt uns diesen durch unsere Skale suchen, und die bisher gebrauchten Maaßen annehmen. In dem ersten Sonnenbilde des 84zölligen Objektives, wenn der Sonnendurchmesser = 32′ ist, wird $\frac{1}{20}$ unserer Skale, wie wir gesagt haben, 0,004236 Z. betragen, und $\frac{1}{184,5}$ des Bildes oder 10,4″ fassen. Da nun das erste Bild

Genaue Bestimmung derselben bis auf kleine Theile einer Sekunde

sich zum zweyten bey *h i* verhält, wie *bs* : *bl* = 0,440697 : 4,21 = 1 : 9,55317, so nimt $\frac{1}{20}$ unserer Skale, das ist 0,004236 Zoll einen so vielmal grössen Raum, oder, 0,0404672 Z. ein, welcher Raum dann nicht mehr als 10,4″ gilt. Da dann in den gemeinsten Mikrometer Schrauben an einer Zolllänge 50 Gewinde sind, so kommen für den Raum 0,0404672, oder für 10,4″ noch 2,02 Gewinde. Und wenn wir bey jeder Umdrehung 100 Theile an der Mikrometerscheibe bezeichnen, so wird der Zeiger, indem das Haar den Winkel von 10,4″ durchfährt, 202 sichtbare, und wohl zu unterscheidende Theile zurücklegen, folglich 19,4 bey jeder Sekunde; daß also auch nur mittels eines gemeinen Mikrometers, auch nur bey unserer tausendfältigen Vergrösserung der zwanzigste Theil einer Sekunde angegeben werden kann.

52) Wenn die mikroskopische Vorrichtung mit verschiedenen Linsen *b*, die man

hier-

hierzu vorräthig hätte, besetzt: oder die ganze bey einem anderen Objektive angebracht werden sollte, so ist es für sich einleuchtend, daß für jede Veränderung ein eigener Werth des Mikrometers bestimmt werden müsse.

53) Aber aus allem, was wir hier mittels der Rechnungen bewiesen haben, müssen wir nicht nur von der Gewißheit der erstaunlichen Vergrösserungen, sondern auch von dem wesentlichen Nutzen derselben, welchen ich oben versprechen zu dürfen glaubte, überzeuget seyn.

Genaue Bestimmung grosser Winkel

54) Ich kann es nicht schliessen, ohne daß ich um den Werth der Vergrösserungen in helleres Licht zu setzen, noch eine Anmerkung anfüge. Astronome, und Feldmesser haben eben sowohl grosse Winckel, als die kleinsten, von denen wir bisher geredet, zum Gegenstande ihrer Arbeit; jene vorzüglich bey astronomischen Höhen, diese bey Entfernungen zweyer Erdpunkte

punkte. Zu solchen Arbeiten werden Quadranten nothwendig, welche für Astronome mit einem: für die Feldmesser mit zwey Seheröhren eingerichtet sind. Damit nun in diesem Falle der Winkel genau bestimmt werde, muß erstlich der Faden im Fernrohre den Gegenstand, oder des Gegenstandes kleineren Theil genau berühren, kenntlichst bestimmen, und abschneiden; zweytens am Rande des Quadranten selbst die Anzahl nicht nur der Grade, sondern auch der kleinsten Gradtheile zu unterscheiden, und anzugeben seyn. Wenn das Fernrohr nicht mächtig vergrössert, so ist es nicht möglich die erste Absicht zu erreichen, weil der Durchmesser des Fadens, oder des feinsten Haares (ich hatte sie immer von Bälgchen der Seidenwürmer) dennoch einen, ja mehrere scheinbare physische Punkte des Gegenstandes bedecket, welche ein beträchtlicher Theil des Ganzen bey schwachen Vergrösserungen sind. Dieser Gefahr des Fehlers ist dann durch unsere Vorrichtung gänzlich gesteuert. Denn weil

der

der Faden immer einen gleichen Raum des Bildes im Brennpunkte bedecket, dieser Raum aber bey starken Vergrösserungen nun z. B. von dem hunderttausendsten Theile des Gegenstandes eingenommen wird da er bey schwachen von dem hunderten Theile eingenommen ward, so ists leicht einzusehen, daß die Bestimmung des Winkels von dieser Seite nun tausendmal genauer seyn müsse.

55) Aber was nüzte es, wenn von der andern Seite noch eine Gefahr eines beträchtlichen Irrtumes herrschte? Man hat sich dagegen bis zu gewissen Gränzen durch die sinnreichsten Erfindungen des im Fernrohre selbst angebrachten, oder des äusseren Mikrometers, und des Nonius geschützet. Jenes taugt bey Quadranten nicht, wenn größte Genauigkeit in Bestimmung grosser Winkel erfordert wird, weil bey dieser Einrichtung die Achse des Fernrohres, oder der Faden der Alidade immer auf einen Theilungspunkt am Sau-

me

me des Quadranteu gestellt, und nur durch Hilfe des Mikrometers der Unterschied des wahren Winkels, und dessen, welchen der Theilungspunkt zeigt, im Fernrohre selbst gemessen werden muß. Aber, um dieses zu vermögen, müßten die Quadranten für stark vergrössernde Fernröhre von Minute zu Minute getheilet; oder die Fernröhre von keiner starken Vergrösserung seyn; weil bey diesen das Feld immer so klein wird, daß es nur eine oder zwo Minuten faßt. Wollte man dann um das Feld zu erweitern die Vergrösserung schwächen, so liefe man an den ersten Felsen an, daß man nämlich mittels der Mikrometerhaare die Gegenstände nicht genau berühren, oder abschneiden könnte.

56) Das äussere Mikrometer, und der Nonius sind dieser Unbequemlichkeit nicht unterworfen, weil bey solchen die Achse des Fernrohres immer mit dem Schenkel des eigentlichen Winkels zur Zeit

der

der Beobachtung übereinfällt; da es dann hinreichend wäre, wenn auch das ganze Feld kaum mehr als einige Punkte fassen sollte. Aber nun hängt die Angabe des eigentlichen Winkels von der genauen Bestimmung der Entfernnng der Achse vom nächsten Theilungspunkte am Saume des Quadranten ab. Wenn wir die nothwendige Genauigkeit der Theilung selbst voraussetzen, so wird diese Bestimmung nach Maaße des wachsenden Halbmessers der Quadranten, und der Feinheit der Mikrometerschrauben zuverlässig seyn. Es kömmt darauf an, daß mehrere Theile eben desselben Winkels, oder des Bogens, welcher den Winkel mißt, entweder mit blossem Auge unterschieden, oder durch die Bewegung der feinsten Schrauben angedeutet werden. Wenns nun um dieses zu thun ist, so kann für keinen Fall weder ein einfacheres, noch ein sicherers Hilfsmittel dienen, als abermal die Vergrösserung. Man darf nur, mit einem Worte, die Fäden des Mikrometers mittels

der Schrauben, oder den Nonius über das vergrösserte Bild des Quadranten-Saumes, und der Theilentfernungen führen, anstatt sie unmittelbar über dem Quadranten selbst hingleiten zu lassen. Man darf nur fig. VI. an der Alidade des Fernrohres ein zusammgesetztes Mikroskop mit einem gemeinen Mikrometer befestigen, welches bequem zwey Theilungspunkte von dem Quadranten fasse, und dessen unbeweglicher Faden nach dem Mittelpunkte des Quadranten gerichtet sey, und genau über dem äusseren Faden der Alidade (oder noch besser einer kleinen Spitze, die bis zu den Theilungspunkten hingeht, aber dieselben doch nicht bedecket) im Mikroskope gesehen werde.

57) Ich kann nichts bessers thun, um zugleich die Sache mehr zu erklären, zugleich die Vortheile dieser Einrichtung zu zeugen, als daß ich ein Beyspiel nach eigner Erfahrung hersetze. Ich bediente mich im Jahre 1772 und 73 eines Quadrant-

drantchens bey der galizischen Ausmessung, welches nach der Angabe, und unter der Aufsicht des H. Abbe Liesganig verfertiget, mit dollondischen Fernröhrchen, und mit einem so eben beschriebenen Mikroskope, und Mikrometer versehen war. Es hatte nicht mehr, als sieben Zoll im Durchmesser, und war durch Halbirung in 192 Punkte getheilt, damit immer zwey derselben im Mikroskope erschienen, deren Zwischenraum, nach der Länge des Bogens berechnet, folglich 0,05724 Z. betrug, und dessen Werth = 28′,7,5″ machte. Wenn wir nun mittels einer Mikrometer Schraube, die, wie wir oben angenommen, 50 Gewinde in einer Zolllänge hätte, den beweglichen Faden über den Saum des Quadranten von einem Punkte zum andern führten, so würden 2,862 Schraubenumgänge geschehen; und da die Mikrometerscheibe in 100 getheilt wäre, würden 286 Theile in diesem Abstande, und folglich eben so viele in einem Winkel von 28′,7,5″ können angegeben werden; welches dann

für jeden hunderten Theil an der Scheibe 5,86″, oder beynahe 6″ machte. Da nun aber das Bild dieses Bogens im Mikroskope dreymal grösser, als der Bogen selbst war, und der Mikrometerfaden mit eben dieser Schraube über dieses Bild geführt werden mußte; so betrug jeder hunderte Theil des Schraubenumganges nicht mehr, als zwo Sekunden; welches für jene Arbeiten eine überflüssige, für so einen kleinen Quadranten eine unerwartete Genauigkeit ist. Nachdem ich mit diesem Quadranten von Lemberg ausgegangen, und erstlich gegen Nordwest nach Zamosc: dann nach der ganzen galizischen Gränze herab ostwärts bis Kaminiec, und Chotym: ferner am Dniester eine Strecke fort, und dann durch Podolien nach Lemberg zurückgemessen hatte, wo mir in der Entfernung von einigen Meilen ein anderer entgegen maß; sind unsere bey Prochnojow von beyden gemessene, und von beyden nach eigener Arbeit berechnete Seiten auf eine Klafter einstimmig ausgefallen, wie dieses

ses aus den von Zeit zu Zeit von uns eingeschickten sowohl Messungen, als Berechnungen erhellen kann. Es ist mehr wahrhaftig einem Zufalle, als einer möglichen Genauigkeit zuzuschreiben, daß sich gar kein Unterschied von einer Klafter an einer Seite zeigte, die doch mehr als 2000 enthielt, und da wo auch einige Hunderttheile nach einem so langen Wege nichts betragen musten. Wenn ich nach diesen genauen Ausmessungen den Unterschied der geographischen Länge zwischen Lemberg und Kaminiec suche, so fällt er um 6000 Klafter von jenem verschieden aus, die aus den Satellitenbeobachtungen folget, welche H. Abbe Liesganig zu Lemberg, und H. Professor Kraft von Petersburg zu Kaminiec angestellt haben. Aber neben dem, daß die Beobachtungen des H. Professors keine gleichzeitige hatten, mit denen sie vergliechen werden konnten, so waren beyderseits deren viel zu wenige; (nicht mehr dann zwey, oder drey) da ihrer wohl bey 50 erfordert werden, um ein sicheres

Mittel herauszunehmen. Der Fehler von einer Minute der Zeit bringt bey dieser Polhöhe einen Fehler von mehr dann 9000 Klaftern. Und wenn man die Trabantenbeobachtungen untersuchet, die zu Paris, und Greenwich angestellt worden, und welche H. Maskelyne k. Astronom zur Bestimmung des Längenunterschiedes dieser zween Plätze anführt (in den königl. englischen Abhandlungen auf das Jahr 1787) so ist der Unterschied der Resultate, welche doch gleich seyn sollten, 1′,23″, 1′,52″, ja so gar 2′,8″, welches in den Vermessungen in unserem Falle über 18000 Klafter ausmachte. So viel sind nämlich dergleichen astronomische Beobachtungen unzuverlässig, wenn nicht eine grosse Menge derselben da ist, um die Unzuverlässigkeit in engere Schranken einzuschliessen. Daß der ganze Unterschied, der sich zwischen meinen Messungen, und den astronomischen Beobachtungen äussert, nur auf Rechnung der letzten zu schreiben sey, beweiset selbst unsere Bestimmung der Pol-

höhe

Höhe von Kaminiec, die aus meinen Messungen nur gegen 400 Klafter verschieden ausfiel, welches von der Wahl der bestimmten Punkte allein abhängen dürfte. Aber so einen Fehler auch nur von 6000, will nicht sagen, von 18000 Klaftern konnten nicht einmal die französischen Feldmesser begehen, welche Frankreich auch durch Dreyecke aufgenommen, aber mit Quadranten, an denen sie nur die Minuten schätzen musten, und die anstatt der Seidenhaare mit Draht zur Abschneidung der Gegenstände versehen waren.

58) Da man sich nun solcher Quadranten, welche den Winkel bis auf zwo Sekunden mittels des im Mikroskope angebrachten Mikrometers andeuten, anstatt solcher, bey denen man nach Minuten schätzen muß, zu Feldmessungen bedienet, so läßt sich leicht auf die Genauigkeit der Arbeit schliessen, wenn wir auch annehmen wollen, daß übrigens von den Feldmessern in Uebertragung der Unbequemlichkeiten gleiche Geduld ausgeübet, und

ein gleiches Opfer der Bequemlichkeit in der Arbeit beyderseits gemacht werde.

59) Es dürfte vielleicht überflüssig seyn hier zu erinneren, daß die Mikrometerschraube zwar nicht den Bogen, sondern nur dessen Sinus messe, daß aber auch in dem Quadrantchen, dessen Halbmesser 7 Zoll mißt, dieser Unterschied nichts betrage. Denn weil der bewegliche Faden, um zu dem nächsten Punkte geführt zu werden, nicht mehr als aufs höchste den halben Zwischenraum zweyer Punkte, zwischen welchen der unbewegliche Faden steht, zu durchwandern hat, so hat er nie mehr als den Sinus von 14 Minuten zu messen. Es ist aber auch der Sinus von 28 Minuten noch von seinem Bogen nicht so unterschieden, daß sie nicht auch in den strengsten Messungen als gleich könnten angenommen werden; indem sie sich erst in der achten Decimalziffer unterscheiden. Noch weniger ist dann zu fürchten bey grössern Quadranten, wo ein eben so grosser

ser Zwischenraum nur wenige Minuten betragen müste, und dann auf jede Sekunde des Winkels schon leicht 20, oder 14 Hunderttheile eines Schraubenumganges kämen.

60) Es ist freylich bey grossen Quadranten die Unbequemlichkeit, daß wegen des kleinen mikroskopischen Feldes sehr viele Theilungspunkte entstehen müssen; allein wie reichlich wird diese Unbequemlichkeit nicht nur durch die Sicherkeit der Winkelbestimmung vergolten, sondern auch durch eine andere Bequemlichkeit ersetzet! Denn wenn nur die ganze Länge des Quadranten, das heißt, die äussersten Punkte der 90 Grade berichtiget sind, so darf man eben nicht zu ängstig bey den Mitteltheilungen zu Werke gehn; indem dieselben nicht, wie sonst durch Aufrichtung des Quadranten, und Beobachtung der Winkel, sondern mittels des Mikrometers selbst, in der Stube, mit aller Bequemlichkeit, und so oft es gefällig ist, untersuchet

wer-

werden können. Bey welcher Arbeit zugleich der Werth der Schraubengänge genau bestimmet wird. Nämlich man führt von Punkte zu Punkte den beweglichen Faden, und führt ihn zur Sicherheit auch zurücke, um ein Mittel herauszunehmen: und zeichnet für jeden Theilungsabstand die Anzahl der Schraubengänge, und deren Hunderttheile auf. Die Summe aller am ganzen Quadranten gilt nun 90 Grade, woraus der Werth eines jeden Hunderttheiles, und der Schraubengänge erhellet. Wenn nun dieser Werth für jeden vorher gemessenen Abstand der Theilungspunkte gesetzt, und eine ordentliche Tafel verfertiget wird, die ohne das auch bey der genauesten Theilung dennoch kaum entbehrlich ist, so ist auf einmal für allemale die ganze Unbequemlichkeit überwunden, aber der Nutzen, die Genauigkeit, die Sicherheit zeigt sich vom neuen in jedem vorkommenden Falle.

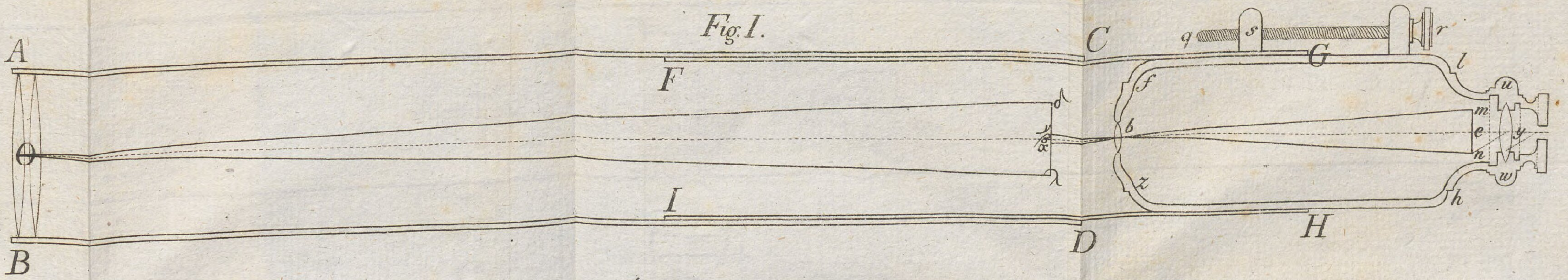

Fig. I.

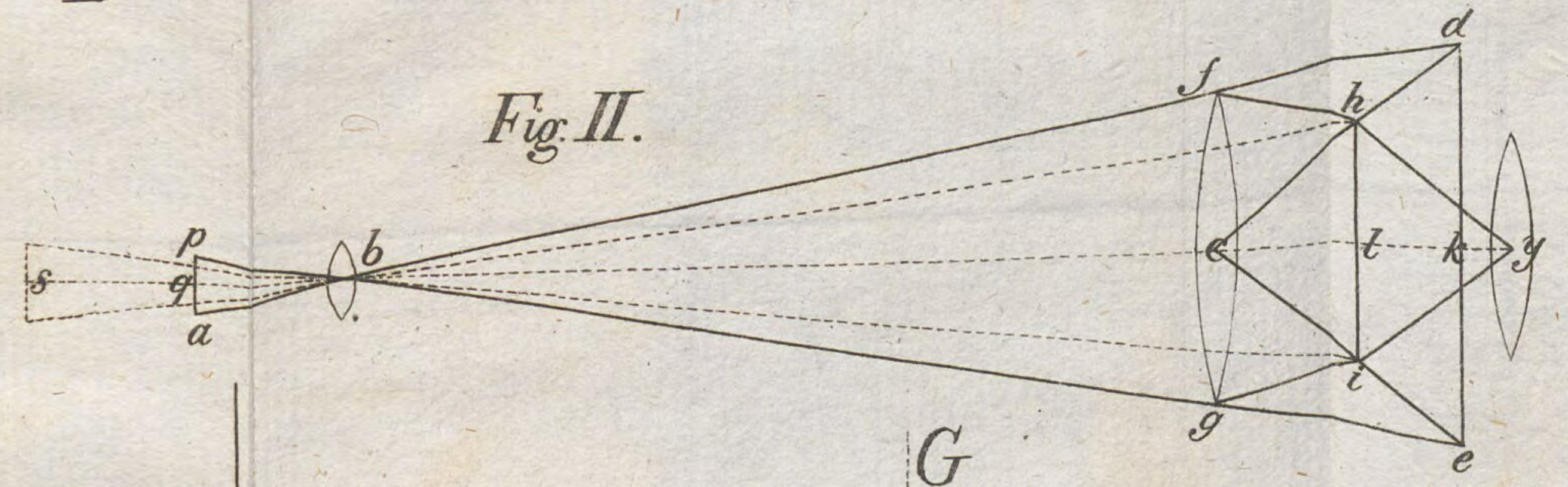

Fig. II.

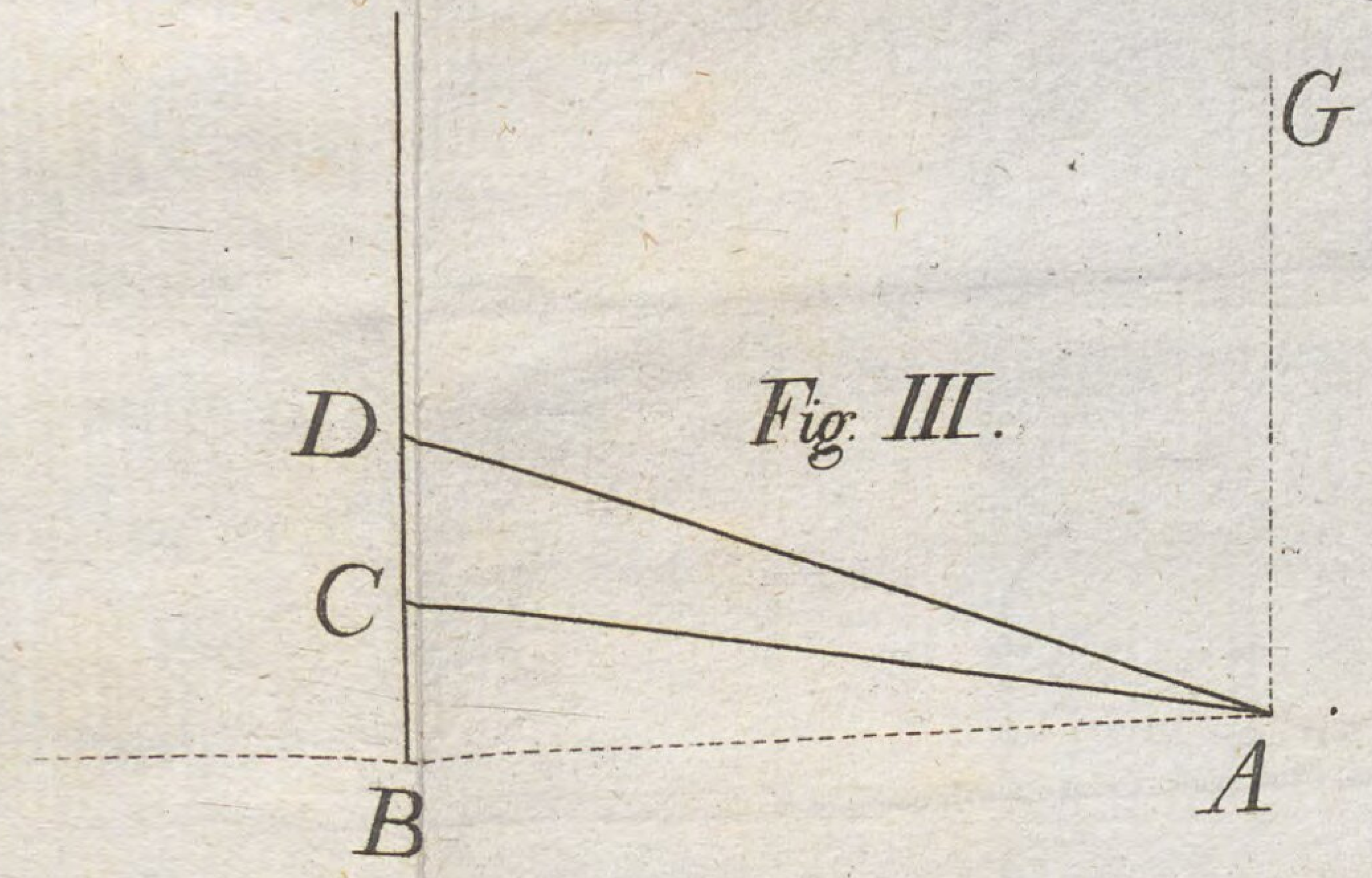

Fig. III.

Fig. IIII.

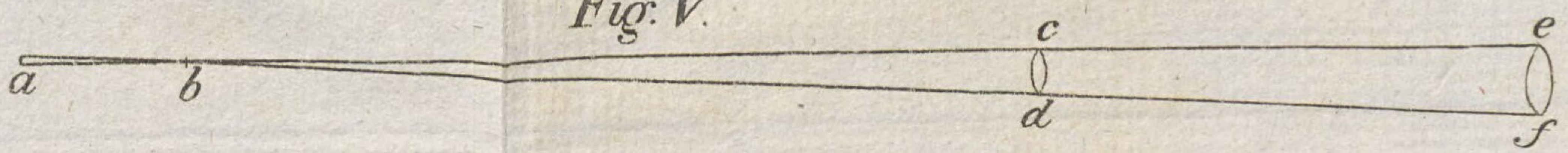

Fig. V.

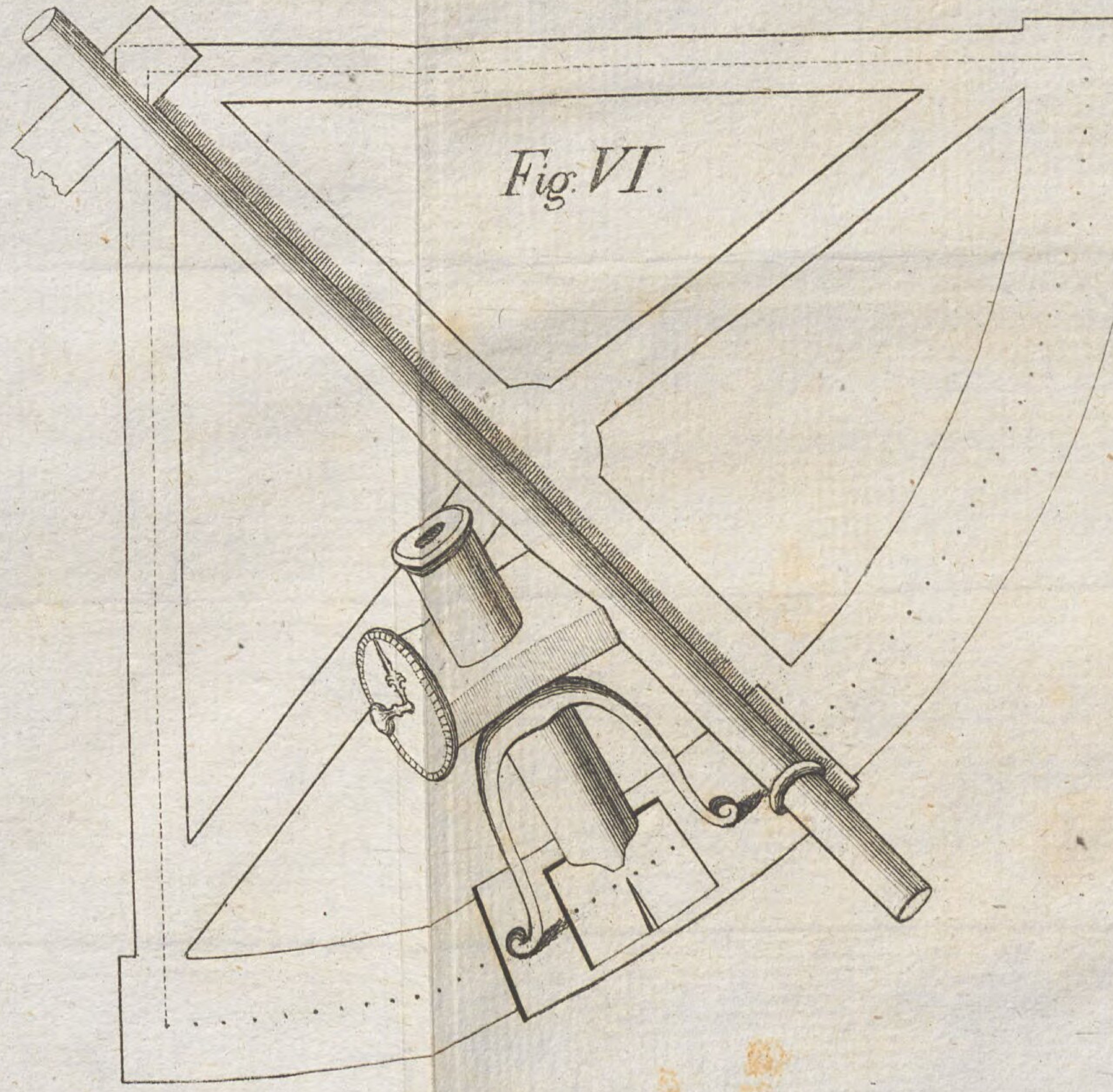
Fig. VI.

1000,- 25.2.83

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Güssmann, Franz,

Nachricht von der Vorrichtung bey Fernröhren, zur Bewirkung ungemeiner Vergrösserungen

Wien 1788

Math.a. 94
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10080742-6
VD18 15342840-001